

Città metropolitana  
**SPUGNA**

Il futuro a prova di clima

# Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile (SuDS): gestione e manutenzione

Dr. Ing. LEONARDO MAGHERINI



Il futuro a prova di clima



DIPARTIMENTO  
DI ARCHITETTURA  
E STUDI URBANI



## PROGRAMMA DEL CORSO:

- 1. INTRODUZIONE**
- 2. LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE**



Il futuro a prova di clima



DIPARTIMENTO  
DI ARCHITETTURA  
E STUDI URBANI



## PROGRAMMA DEL CORSO:

1. INTRODUZIONE
2. LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## INTRODUZIONE

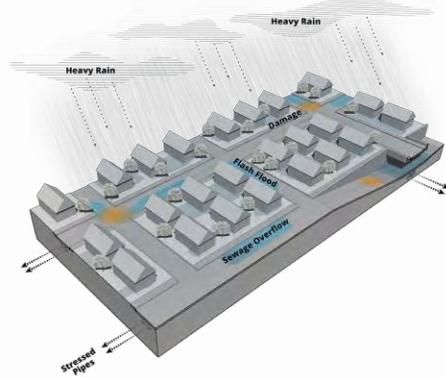
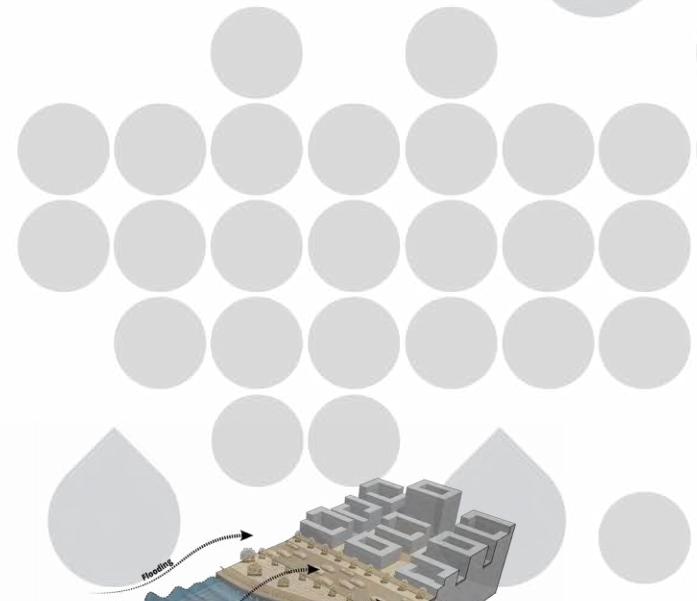
### Impatto Hard Engineering

**Sponge city** (città spugna) è un termine coniato in Cina e riguarda lo sviluppo di città in grado di assorbire l'acqua piovana come delle "spugne", e quindi di ridurre i rischi di allagamento in ambiente urbano dovuti all'eccessiva impermeabilizzazione.



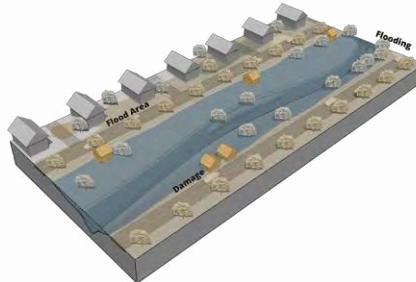
# INTRODUZIONE

## Cambiamenti climatici e allagamenti



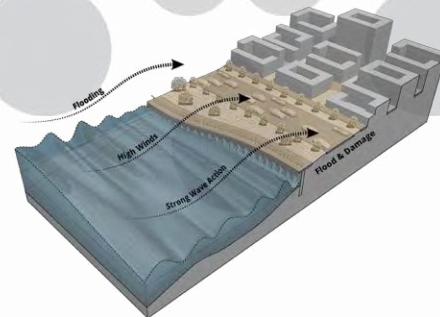
### INONDAZIONI DA ACQUE METEORICHE

Allagamenti localizzati in una comunità causati da piogge intense.



### INONDAZIONI FLUVIALI

Inondazioni causate da alti livelli del fiume.



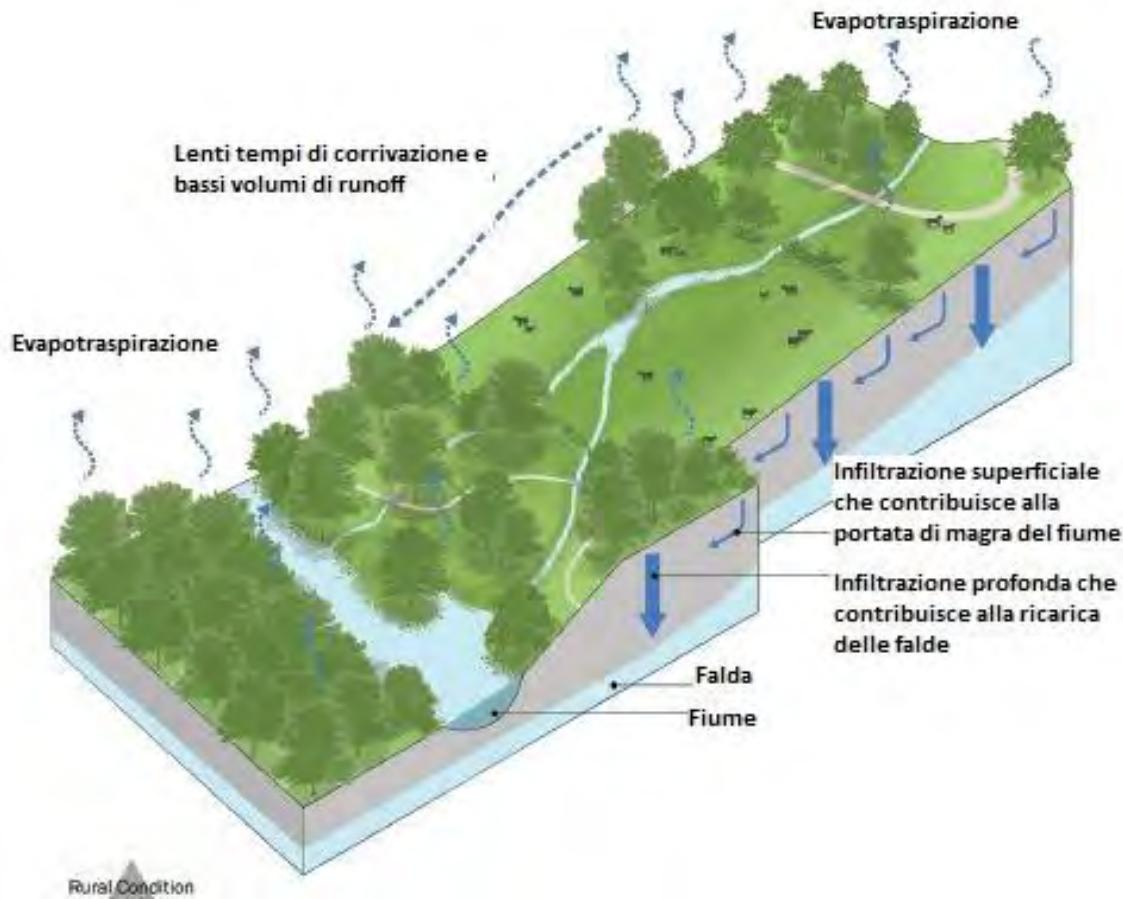
### INONDAZIONI COSTIERE

Inondazioni nelle aree costiere causate da onde o mareggiate durante una tempesta.

Fonti: <https://nrcsolutions.org/>

# INTRODUZIONE

## Stato prima dell'urbanizzazione



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

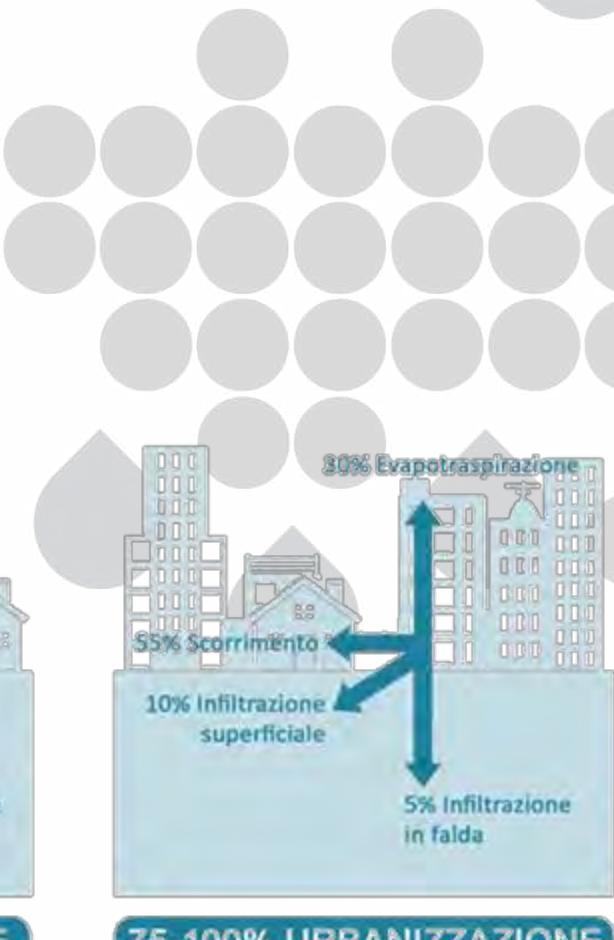
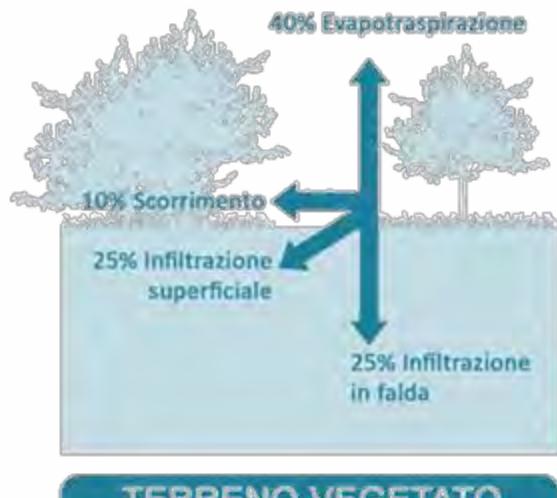
## Stato dopo l'urbanizzazione



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

## Impatto urbanizzazione

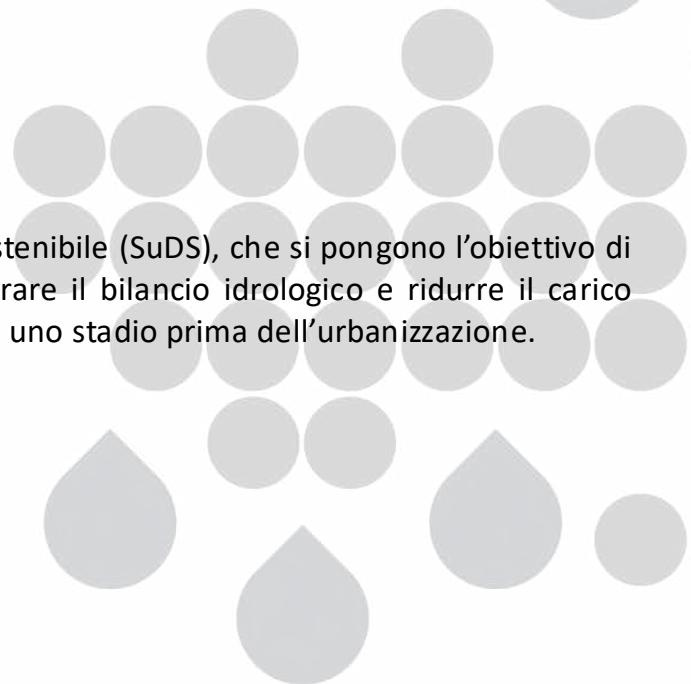
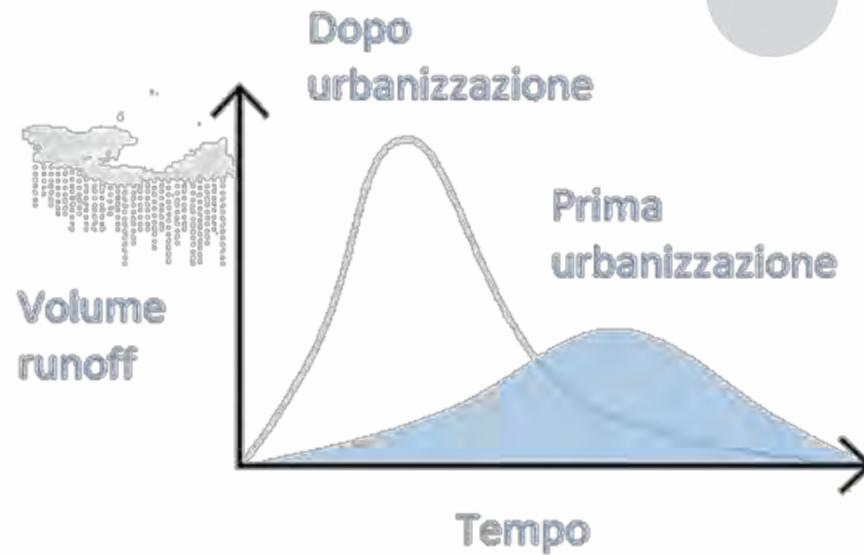


Fonti: Gibelli G., 2015, "Manuale di drenaggio urbano"

# INTRODUZIONE

## Drenaggio urbano sostenibile

Alla base della Soft Engineering ci sono le tecniche di drenaggio urbano sostenibile (SuDS), che si pongono l'obiettivo di gestire le acque di pioggia ricadenti in aree urbane in modo da riequilibrare il bilancio idrologico e ridurre il carico inquinante dei corpi idrici, passando da uno stadio dopo l'urbanizzazione ad uno stadio prima dell'urbanizzazione.



Fonti: Gibelli G., 2015, "Manuale di drenaggio urbano"

# INTRODUZIONE

## Drenaggio urbano sostenibile



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

## Diverse definizioni di letteratura

Conosciuta con diverse parole chiave:

SuDS	Sustainable rainage Systems
WSUD	Water Sensitive Urban Design
LID	Low Impact Development
BMP	Best Management Practices



### INONDAZIONI DA ACQUE METEORICHE

Allagamenti localizzati in una comunità causati da piogge intense.

*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<sup>a\*</sup>, William Shuster<sup>b</sup>, William F. Hunt<sup>c</sup>, Richard Ashley<sup>d</sup>, David Butler<sup>e</sup>, Scott Arthur<sup>f</sup>, Sam Trowsdale<sup>g</sup>,  
Sylvie Barraud<sup>h</sup>, Annette Semadeni-Davies<sup>i</sup>, Jean-Luc Bertrand-Krajewski<sup>h</sup>, Peter Steen Mikkelsen<sup>j</sup>, Gilles Rivard<sup>k</sup>,  
Mathias Uhl<sup>l</sup>, Danielle Dagenais<sup>m</sup> and Maria Viklander<sup>n</sup>

Fonti: Fletcher et al., 2014, "SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage"

# INTRODUZIONE

## Green-Blue Infrastructure

Le Green-Blue Infrastructure (Infrastutture Verdi e Blu) possono essere definite come una rete di spazi verdi e blu che sfruttano i servizi ecosistemici per fornire benefici sia alle persone che all'ambiente.

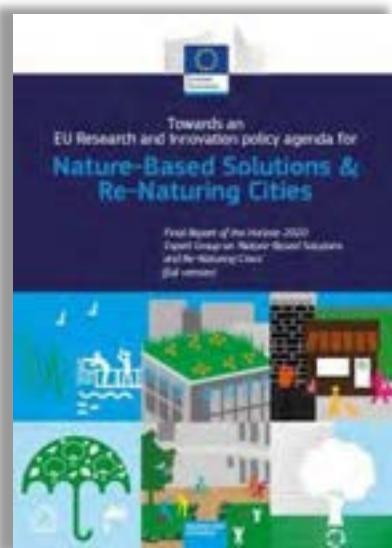
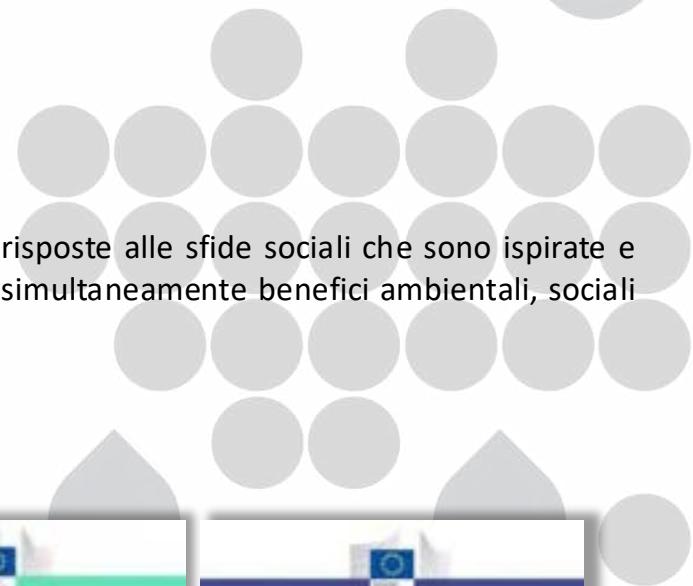


**Fonti:** Gibelli G., 2015, "Manuale di drenaggio urbano"

# INTRODUZIONE

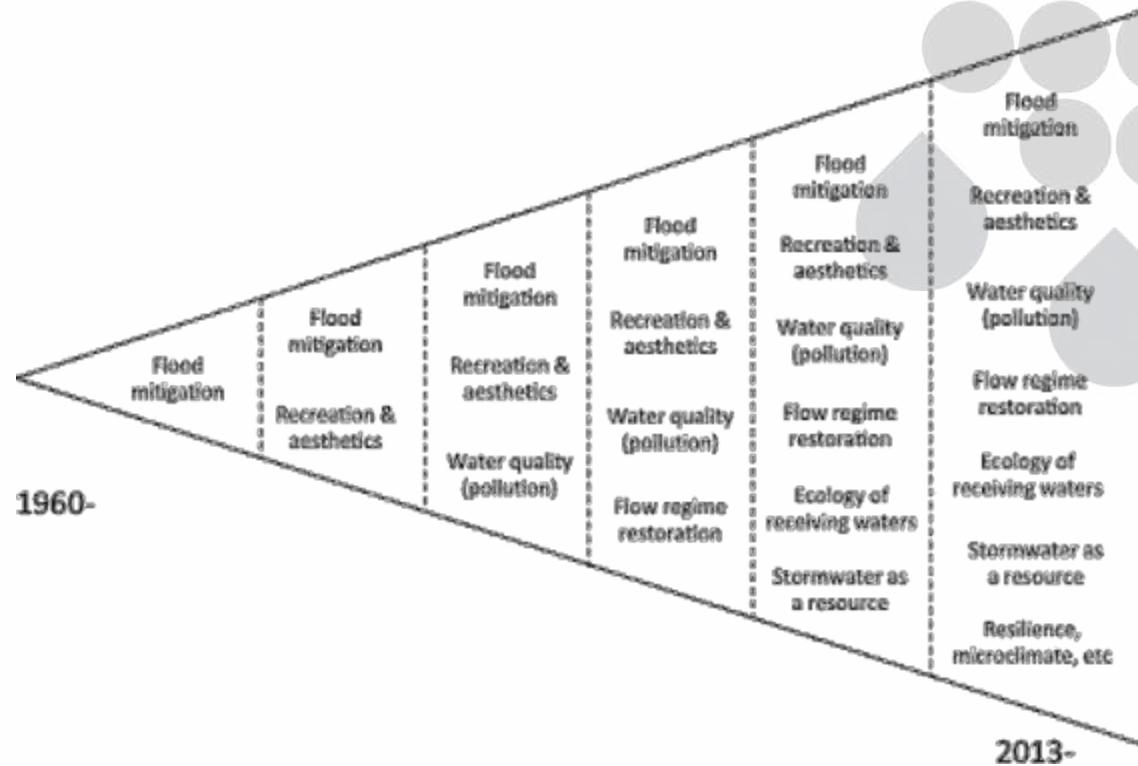
## Nature-based Solutions

La Commissione Europea definisce le Nature-based Solutions (NbS) come risposte alle sfide sociali che sono ispirate e sostenute dalla natura, che sono economicamente efficaci, che forniscono simultaneamente benefici ambientali, sociali ed economici e aiutano a costruire la resilienza.



# INTRODUZIONE

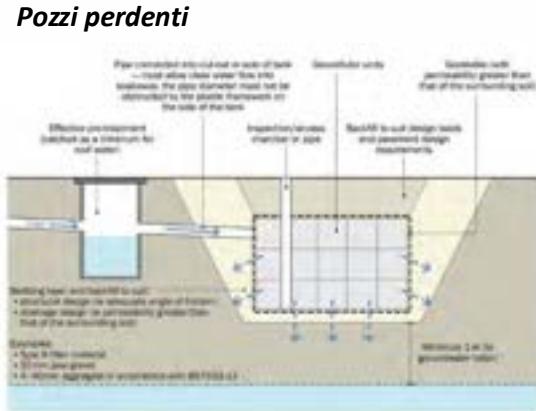
## Diverse definizioni di letteratura



Fonti: Fletcher et al., 2014, "SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage"

## INTRODUZIONE

## Tecniche SuDS



*Sistemi di trattamento tecnologici*



## *Pavimentazioni permeabili e porose*



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



# INTRODUZIONE

## Sistemi ecosistemici

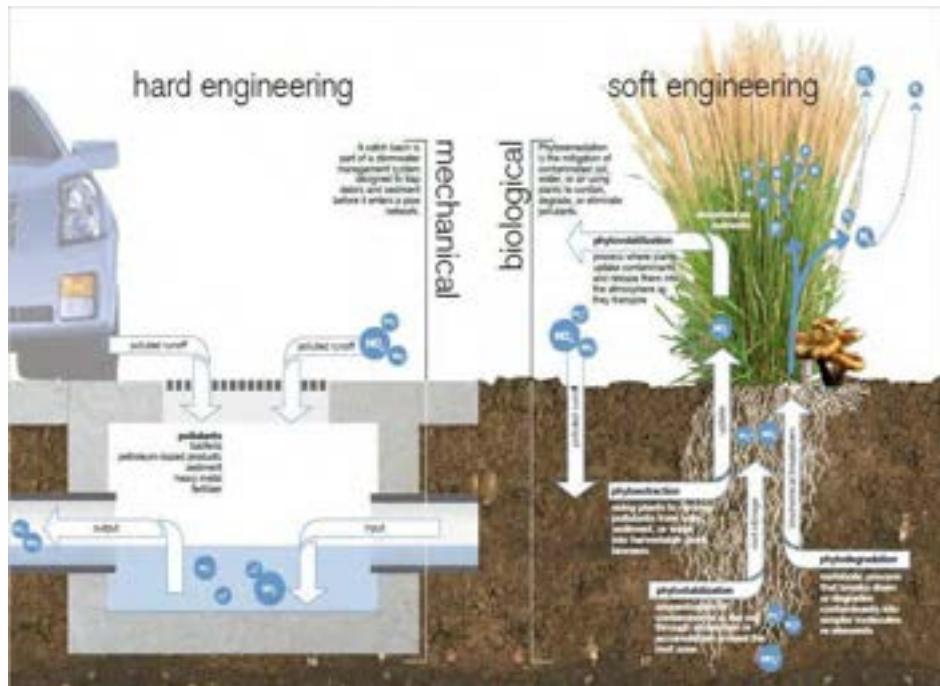
I Servizi Ecosistemici (Ecosystem Services) sono definiti come “i contributi, diretti o indiretti, degli ecosistemi al benessere umano”.

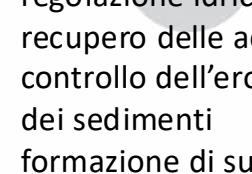


## INTRODUZIONE

## Servizi ecosistemici

Tredici esempi di Servizi Ecosistemici forniti da soluzioni naturali - Soft Engineering - per il drenaggio urbano delle acque di pioggia rispetto agli approcci tradizionali - Hard Engineering:



- 
  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. impollinazione
  10. aumento biodiversità
  11. produzione di biomasse
  12. aumento aree ricreative
  13. educazione ambientale

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

# INTRODUZIONE

## Progettazione multi obiettivo

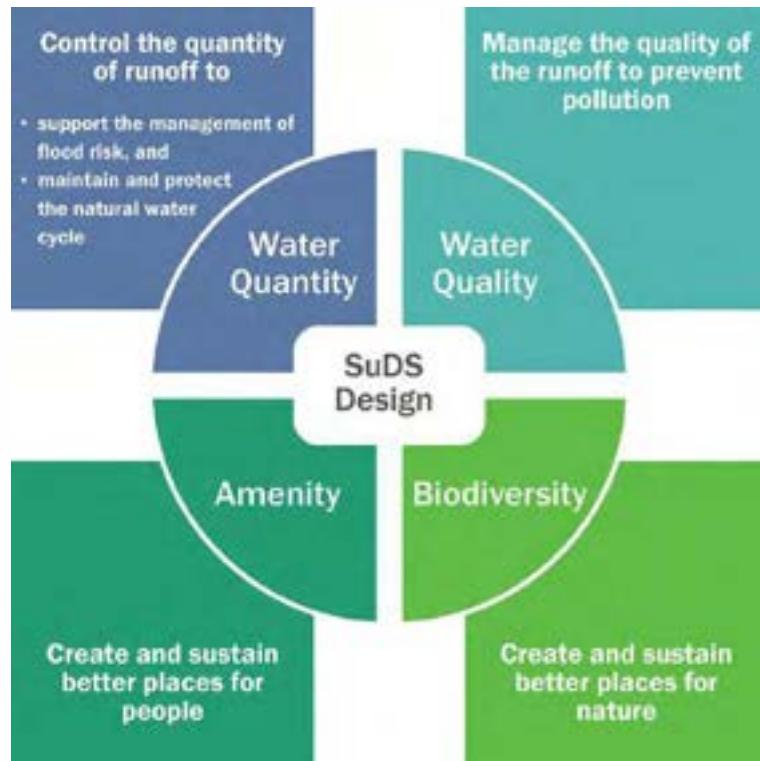


TABLE 7.1 SuDS component delivery of design criteria

Component type	Description	Collection mechanism	Design criteria			
			Water quantity (Chapter 2)		Water quality (Chapter 4)	
			Peak runoff rate	Runoff volumes	Small events (interceptions)	Large events
Rainwater harvesting systems	Devices that collect runoff from the roof of a building or other paved surface for reuse	•	•	•	•	•
Green roofs	Planted surfaces on the roof of buildings that slow and store runoff	•	•	•	•	•
Infiltration systems	Systems that collect and store runoff allowing it to infiltrate into the ground	•	•	•	•	•
Precipitation treatment systems	Infrastructure structures designed to provide treatment of runoff	•				•
Filter strips	Areas of soil that processes and removes pollutants from runoff as it passes over the surface	•		•	•	•
Flood drains	Concrete above-ground trenches that provide attenuation, conveyance and treatment of runoff	•	•	•	•	•
Tamms	Vegetated channels permeable, planned to allow runoff to treat runoff	•	•	•	•	•
Infiltration systems	Infiltration landscaped depressions that allow runoff to infiltrate directly on the surface, below tiling through vegetation and underlying soils	•	•	•	•	•
Trees	Trees within soil-filled tree pits, tree planters or structures designed to collect, treat and treat runoff	•	•	•	•	•
Pervious pavements	Structural paving through which runoff can soak and subsequently be absorbed by the sub-base beneath, and/or allowed to infiltrate into the ground below	•	•	•	•	•
Attenuation storage tanks	Large, below-ground vegetated spaces used to temporarily store runoff before infiltration, conveyance release or use	•	•			
Detention basins	Impenetrable depressions that store and treat runoff	•	•	•	•	•
Ponds and wetlands	Permeable pools of water used to facilitate removal of runoff – runoff can also be stored in an attenuation zone above the pool	•	•		•	•

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

## Progettazione multi obiettivo: infrastrutture grigie

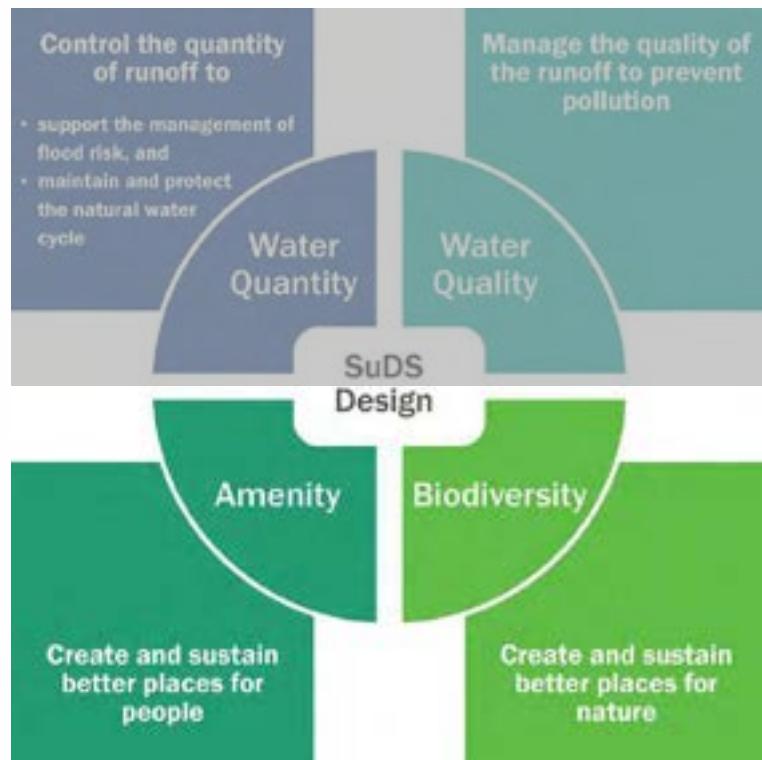


TABLE 7.1 Soft component delivery of drainage criteria

Component type	Description	Collection mechanism	Design criteria			
			Water quantity (Chapter 2)		Water quality (Chapter 4)	
			Precipitation rate	Runoff volumes	Small events (interceptions)	Large events
rainwater harvesting systems	Devices that collect runoff from the roof of a building or other paved surface for reuse	✓	✓	✓	✓	✓
green roofs	Planted surfaces on the roof of buildings that store and slow runoff	✓	✓	✓	✓	✓
infiltration systems	Systems that collect and store runoff allowing it to infiltrate into the ground	✓	✓	✓	✓	✓
retention systems	Infrastructure structures designed to provide treatment of runoff	✓			✓	
filter strips	Areas of soil that processes sediment and filters runoff as it moves through the landscape	✓		✓	✓	✓
filter drains	Soil-based drain trenches that provide infiltration, storage and treatment of runoff	✓	✓	✓	✓	✓
swales	Vegetated channels purposefully used to convey and treat runoff	✓	✓	✓	✓	✓
detention systems	Man-made depressions that store runoff temporarily on the surface, before moving through vegetation and underlying soils	✓	✓	✓	✓	✓
trees	Trees which soil-filter into pits, tree planters or structures designed to collect, treat and treat runoff	✓	✓	✓	✓	✓
permeable pavements	Structural paving through which runoff can soak and subsequently be absorbed by the sub-base beneath, and/or allowed to infiltrate into the ground surface	✓	✓	✓	✓	✓
attenuation basins	Large, below-ground water spaces used to temporarily store runoff before infiltration, evapotranspiration or reuse	✓		✓		
detention basins	Impounded depressions that store and treat runoff	✓	✓	✓	✓	✓
ponds and wetlands	Permanent pools of water used to facilitate removal of runoff – runoff can also be stored in an attenuation zone above the pool	✓	✓		✓	✓

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

## Progettazione multi obiettivo

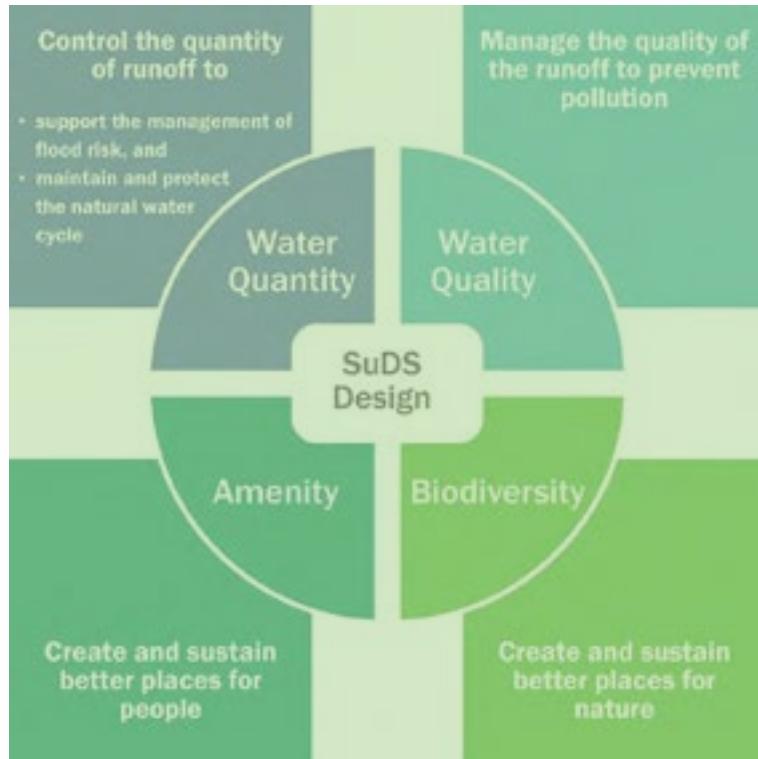


TABLE 7.1 SuDS component delivery of design criteria

Component type	Description	Collection mechanism	Design criteria					
			Peak runoff rate	Runoff volumes	Small events (interceptions)	Large events	Water quality (Chapter 4)	Amenity (Chapter 3)
Rainwater harvesting systems	Devices that collect runoff from the roof of a building or other paved surface for reuse	•	•	•	•	•	•	•
Green roofs	Planted surfaces on the roof of buildings that slow and store runoff	•	•	•	•	•	•	•
Infiltration systems	Systems that collect and store runoff allowing it to infiltrate into the ground	•	•	•	•	•	•	•
Temporary treatment systems	Surface structures designed to provide treatment of runoff	•	•	•	•	•	•	•
Filter strips	Areas of soil that promote infiltration and filter runoff as it moves over the surface	•	•	•	•	•	•	•
Filter drains	Soil-based treated trenches that provide infiltration, storage and treatment of runoff	•	•	•	•	•	•	•
Trees	Vegetated structures permeable, planned and used for runoff and treat runoff	•	•	•	•	•	•	•
Infiltration systems	Infiltration technologies that allow runoff to infiltrate directly on the surface, below the soil through vegetation and underlying soils	•	•	•	•	•	•	•
Trees	Trees with soil-filled tree pits, tree planters or structures designed to collect, store and treat runoff	•	•	•	•	•	•	•
Pervious pavements	Structural paving through which runoff can soak and subsequently be absorbed by the sub-base beneath, and/or allowed to infiltrate into the ground surface	•	•	•	•	•	•	•
Attenuation management	Large, below-ground vegetated spaces used to temporarily store runoff before infiltration, evapotranspiration or use	•	•	•	•	•	•	•
Detention basins	Impenetrable spaces of water used to facilitate the requirement of runoff – stored rainwater can also be stored in an attenuation zone above the pool	•	•	•	•	•	•	•
Ponds and wetlands	Permanent pools of water used to facilitate the requirement of runoff – stored rainwater can also be stored in an attenuation zone above the pool	•	•	•	•	•	•	•

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

## Tecniche SuDS



*Tetti verdi*



*Trincee infiltranti e bacini  
di detenzione asciutti*



*Arene di bioritenzione  
(rain garden)*



*Box alberati filtranti*



*Canali*



*Stagni*

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

## INTRODUZIONE

### Tecniche SuDS



## INTRODUZIONE

### Riqualificazione urbana

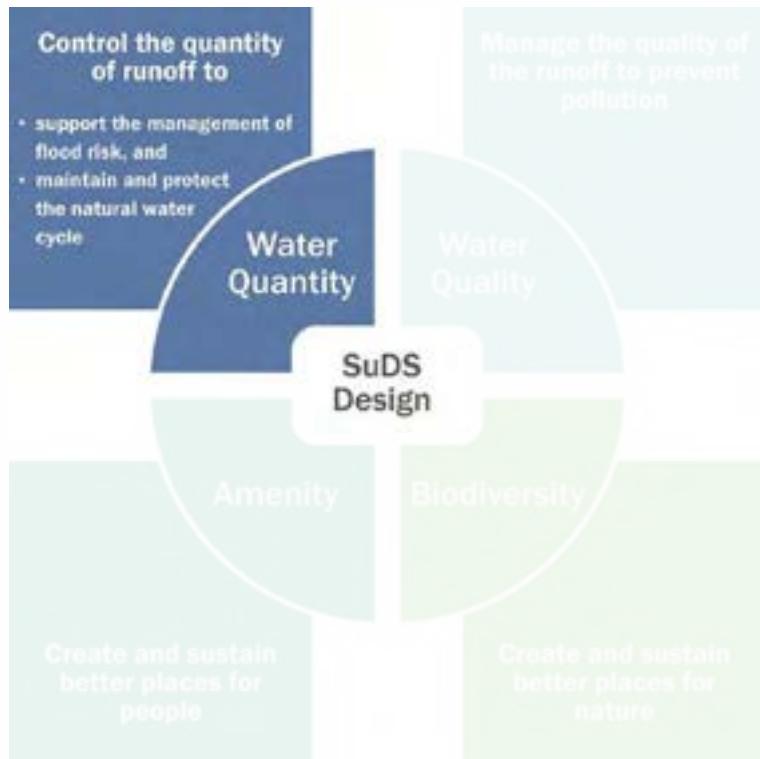


**Cesano Boscone  
Via delle Acacie**



# INTRODUZIONE

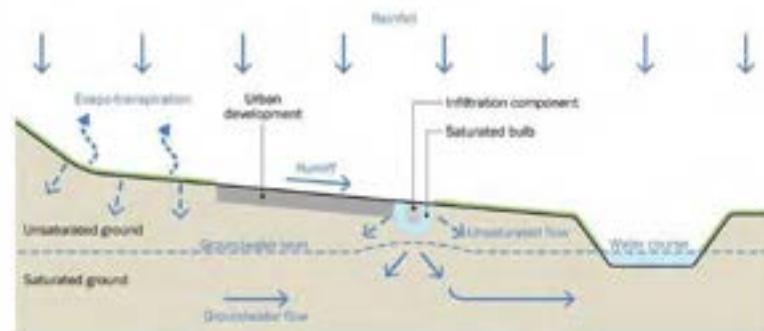
## Impatto Hard Engineering



### Riduzione del coefficiente di afflusso

Coefficiente di afflusso da impermeabile (0.9) a permeabile vegetato (0.4-0.6).

Miglioramento dei volumi infiltrati in eventi intensi del 30-60%.



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

## Benefici idraulici

A scala annuale volumi infiltrati maggiori

- SuDS tipicamente progettati per bassi eventi di ritorno (<2-5 anni – primi 5-10 mm)
- In realtà si è in grado di infiltrare più del 90% delle acque di pioggia intercettate

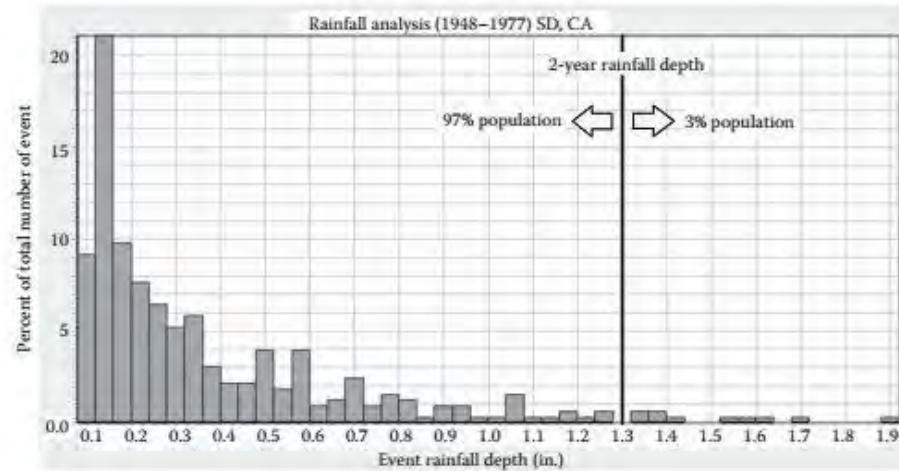
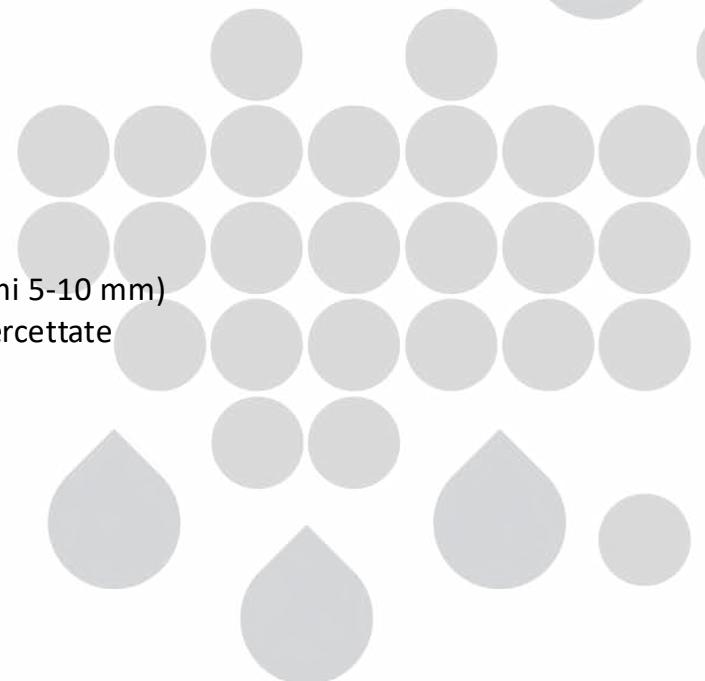


Figure 16.5 Rainfall depth distribution at San Diego, CA.

Fonti: Guo, 2017, "Urban Flood Mitigation and Stormwater Management"

# INTRODUZIONE

## Benefici qualità delle acque

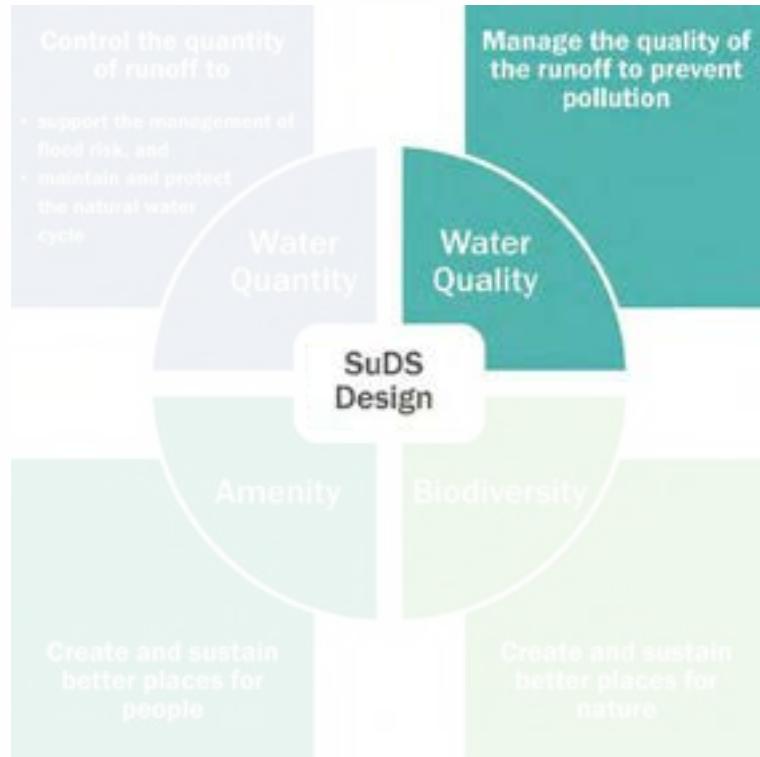


TABLE 26.3 Indicative SuDS mitigation indices for discharges to surface waters

Type of SuDS component	Mitigation indices <sup>1</sup>		
	TSS	Metals	Hydrocarbons
Filter strip	0.4	0.4	0.5
Filter drain	0.6 <sup>2</sup>	0.4	0.4
Swale	0.5 <sup>2</sup>	0.6	0.6
Biotraining system	0.8	0.8	0.8
Permeable pavement	0.7	0.6	0.7
Detention basin	0.5 <sup>2</sup>	0.9	0.6
Pond <sup>3</sup>	0.7 <sup>2</sup>	0.7	0.9
Wetland	0.8 <sup>2</sup>	0.8	0.8
Proprietary treatment systems <sup>4</sup>	These must demonstrate that they can address each of the contaminant types to acceptable levels for frequent events up to approximately the 1 in 1 year return period event, for inflow concentrations relevant to the contributing drainage area.		

TABLE 18.1 Pollution removal for bioretention systems designed to FAWB guidelines (after FAWB, 2009)

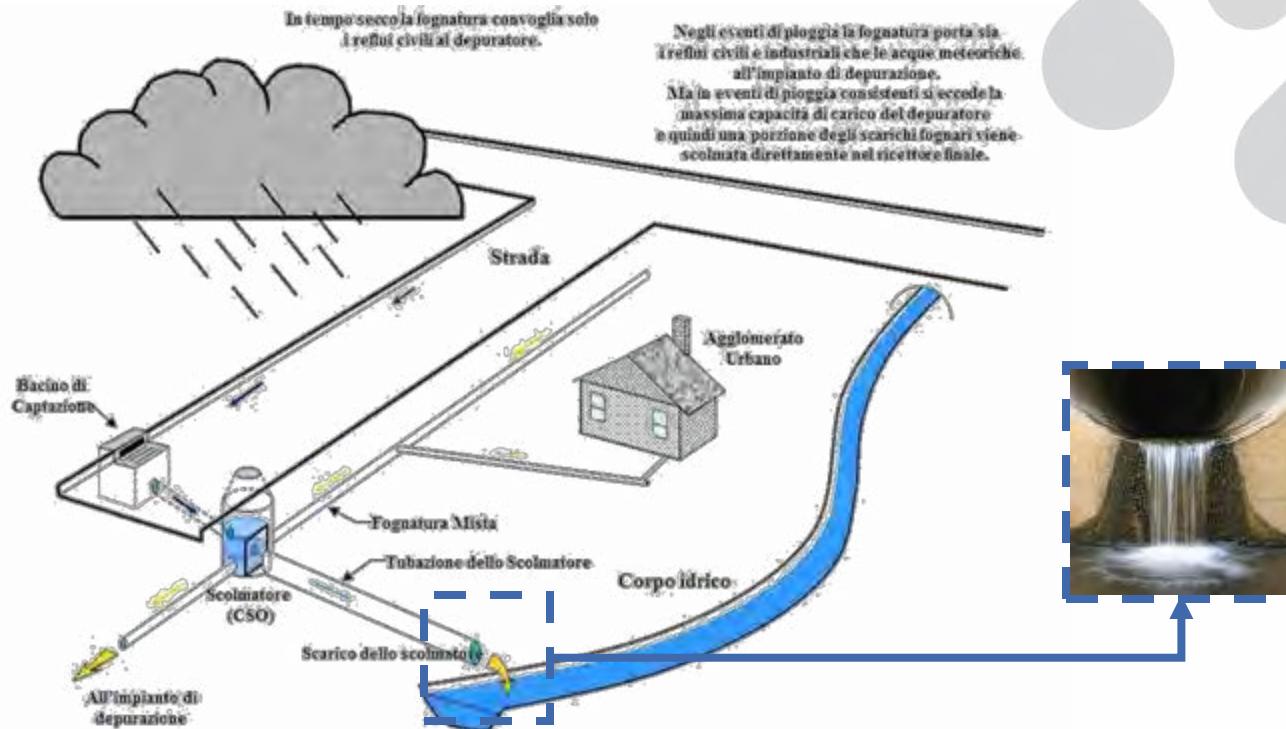
Pollutant	Typical removal efficiency
TSS	> 90%
Total phosphorus	> 80%
Nitrogen	50% on average
Metals (zinc, lead, cadmium)	> 80%
Metals (copper)	up to 60%

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

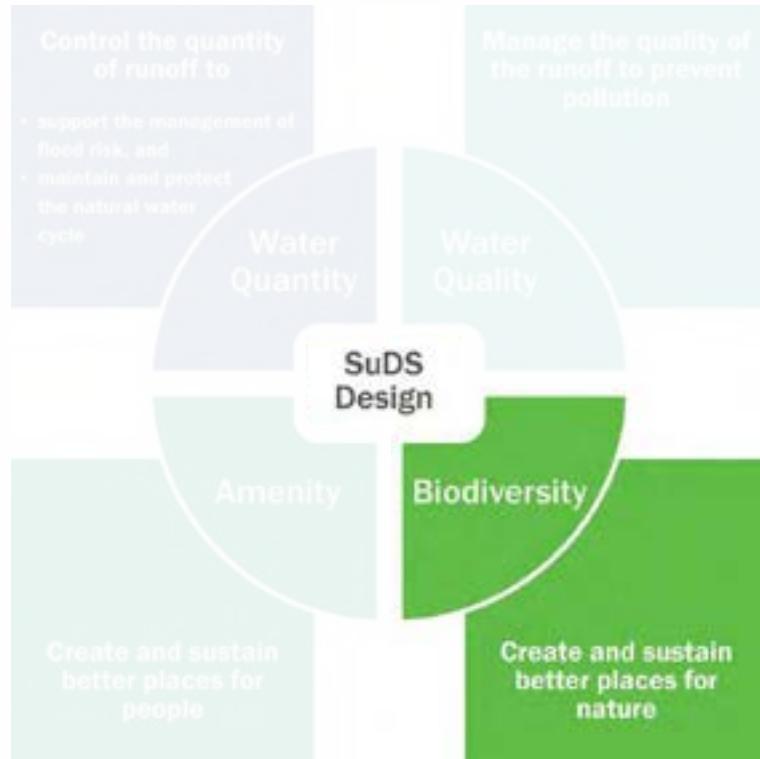
## Benefici qualità delle acque

In caso di fognature miste l'impatto inquinante delle acque di pioggia sui corpi idrici è anche superiore per via degli sfioratori di piena, i quali scaricano nei corpi idrici acque non trattate contaminate sia dagli inquinanti accumulati in tempo secco sulle pavimentazioni, che da acque reflue nere.



# INTRODUZIONE

## Benefici biodiversità



2-Carex pendula



3-Carex buchananii

*Es. piante per aree di bioritenzione*



Iris pseudacorus (Ip)



Persicaria amphibia (Pa)



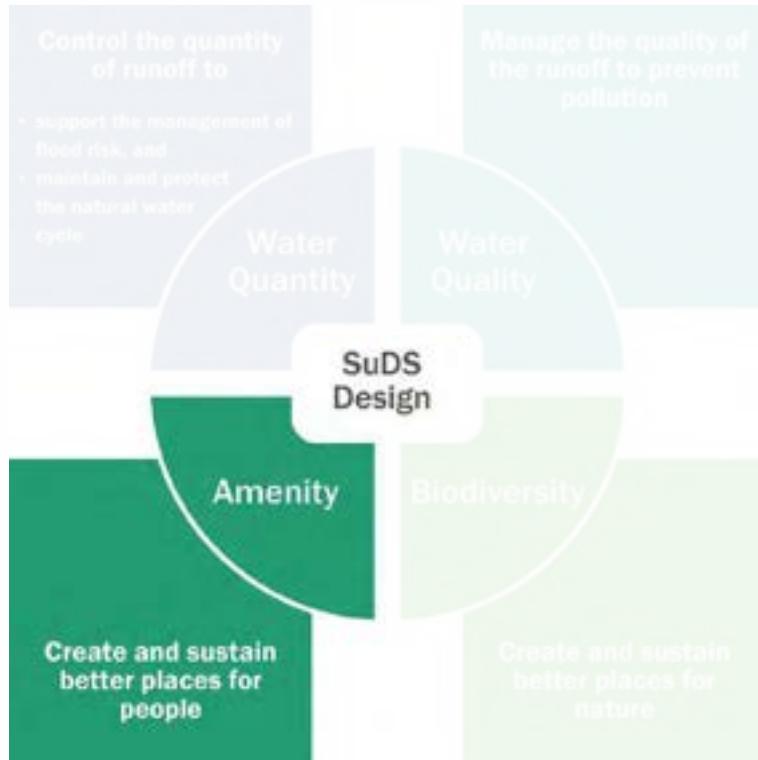
Carex riparia/elegans (Cr)

*Es. piante per bacini di detenzione umidi*

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# INTRODUZIONE

## Benefici riqualificazione urbana



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"



Il futuro a prova di clima



DIPARTIMENTO  
DI ARCHITETTURA  
E STUDI URBANI



## PROGRAMMA DEL CORSO:

1. INTRODUZIONE
2. LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

La gestione di sistemi SuDS è, in analogia altre soluzioni NBS, piuttosto semplice e non richiede manodopera specializzata. Le principali attività di manutenzione ordinaria richieste dai sistemi di drenaggio urbano sostenibile sono:

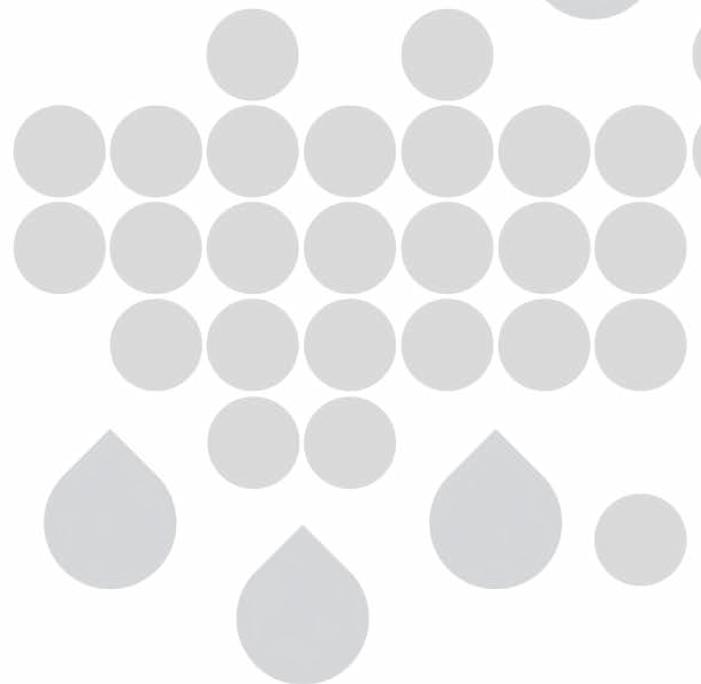
- Sfalcio prati e mantenimento in forma e rimozione del secco delle piante;
- Gestione caditoie;
- Pulizia dei sistemi di infiltrazione;
- Pulizia delle pavimentazioni permeabili;
- Personale per visite di controllo (visite periodiche, visite dopo eventi meteorici intensi).

È importante evidenziare come, in alcuni casi, i sistemi di retrofitting SuDS possano comportare anche **risparmi sui costi di gestione e manutenzione rispetto allo stato di fatto**. In particolare, si attende una minore frequenza nella gestione e pulizia delle caditoie pluviali, data la capacità maggiore di trattenere sedimenti e fogliame, oltre alla capacità di questi sistemi di usare la fognatura esistente solo come troppo pieno, quindi, mantenendo sostanzialmente inefficaci (e quindi maggiormente pulite) le caditoie per quasi la totalità dell'anno.

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Tecniche

1. Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici
2. Pavimentazioni permeabili
3. Trincee infiltranti ed aree di bioritenzione (Rain garden)
4. Alberature nei SuDS
5. Parchi e piazze allagabili in modo controllato



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

I sistemi di trattamento tecnologici sono prodotti industriali progettati per rimuovere specifici inquinanti dal deflusso delle acque superficiali. Sono particolarmente utili quando le caratteristiche del sito non permettono l'uso di altri metodi o quando offrono vantaggi specifici per soddisfare i criteri progettuali dei sistemi SuDS. Spesso (ma non sempre) si tratta di strutture interrate e possono essere complementari agli elementi paesaggistici, contribuendo a ridurre il livello di inquinamento del deflusso e a proteggere la funzionalità ricreativa e/o ecologica degli elementi SuDS a valle.

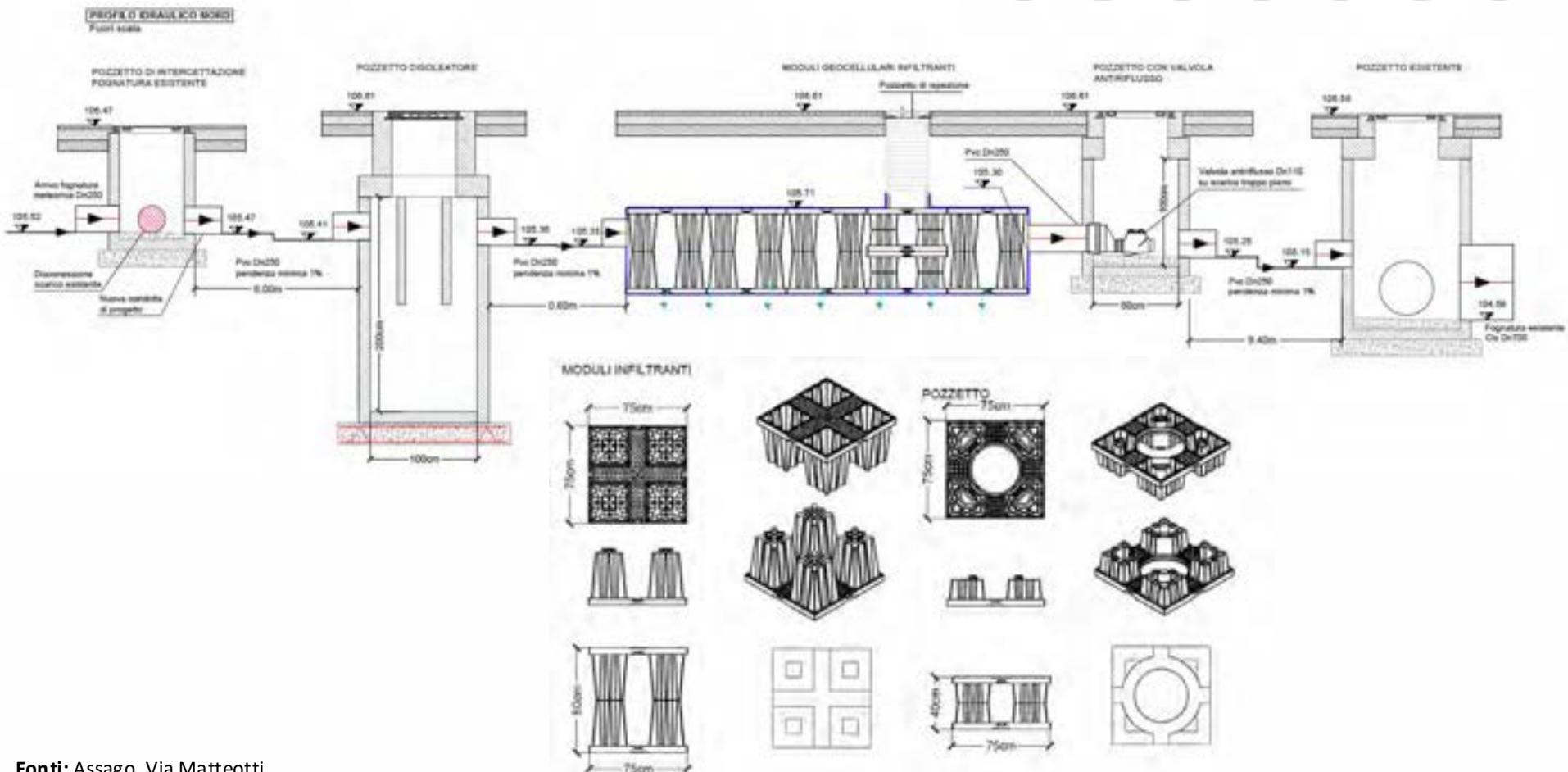
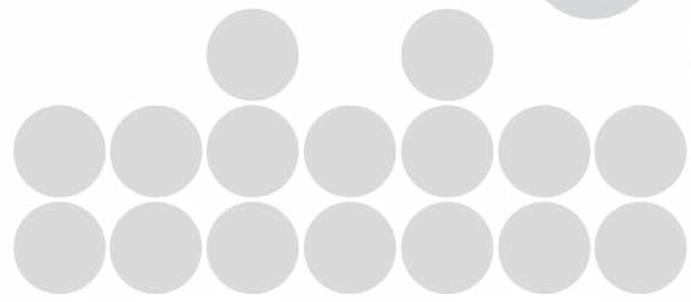


Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Pozzetto disoleatore e Moduli geocellulari infiltranti



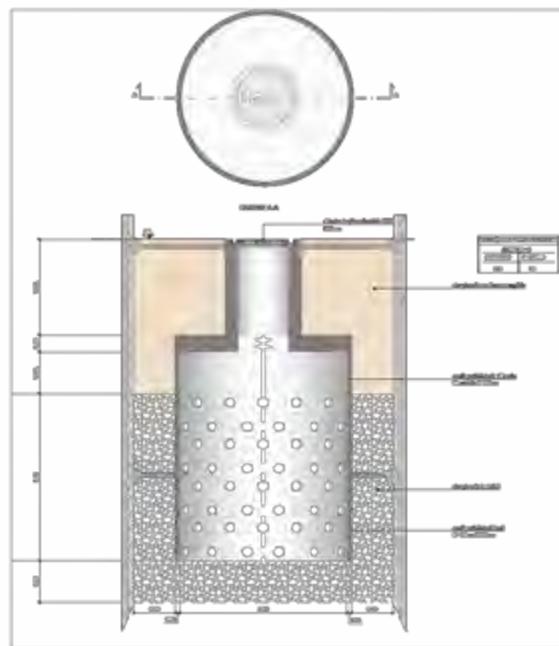
Fonti: Assago, Via Matteotti

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Pozzo perdente

I pozzi perdenti sono scavi riempiti con un materiale che forma vuoti, il quale consente l'immagazzinamento temporaneo dell'acqua prima che questa venga assorbita dal terreno. Molti pozzi perdenti sono realizzati con unità geocellulari preconfezionate, disponibili presso i rivenditori edili. I pozzi perdenti di dimensioni maggiori possono essere costruiti con anelli di pozzetto prefabbricati in calcestruzzo perforato, circondati da riempimento granulare. I pozzi perdenti con pozzetti in calcestruzzo offrono il vantaggio dell'accesso per ispezioni e manutenzione.



Fonti: Paderno Dugnano, Via Serra

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Disoleatori

#### Controlli

##### Verifica generale

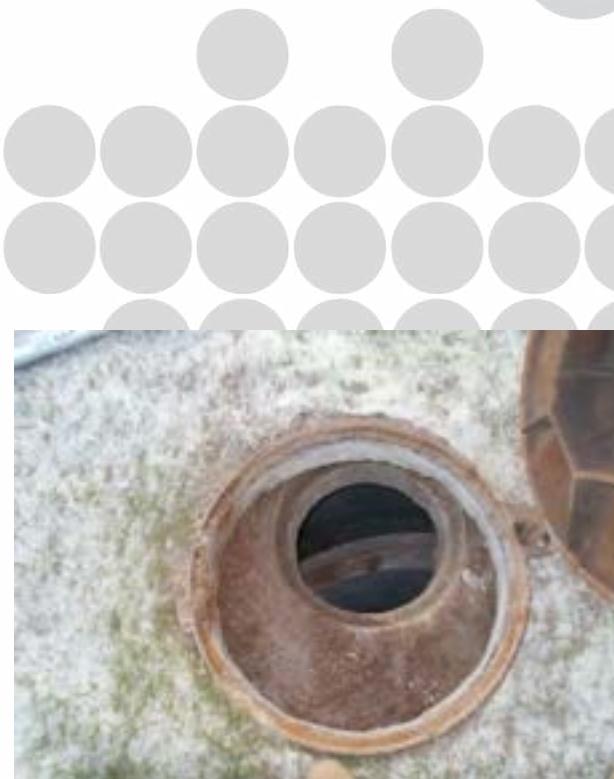
Ogni 6 mesi

*Verificare la quantità di olii e grassi presenti nella vaschetta di raccolta; controllare che il troppopieno sia funzionante.*

##### Controllo efficienza filtri

Ogni mese

*Verificare la corretta funzionalità dei dispositivi di filtraggio.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Disoleatori

#### Manutenzioni

##### Svuotamento vaschetta

Quando occorre

*Eseguire lo svuotamento della vaschetta di raccolta oli e grassi quando piena.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Sistema per l'infiltrazione

#### Controlli

##### Controllo generale

Ogni 12 mesi

*Verificare che le aperture siano libere da ostruzioni e accumuli di materiale vario.*



##### Controllo pozzetti di scarico

Ogni 6 mesi

*Verificare la funzionalità dei pozzetti di scarico del sistema.*

##### Verifica sistema di controllo

Ogni 6 mesi

*Verificare che il sistema di controllo sia perfettamente funzionante.*

##### Controllo efficienza filtri

Ogni mese

*Verificare la corretta funzionalità dei dispositivi di filtraggio.*

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Sistema per l'infiltrazione

#### Manutenzioni

##### Pulizia

Ogni 12 mesi

*Eseguire una pulizia delle fessure mediante asportazione dei fanghi di deposito e lavaggio con acqua a pressione.*

##### Taratura sistema di controllo

Quando occorre

*Eseguire la taratura del sistema di controllo per adeguare le portate del sistema alla condizione di esercizio.*



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

#### Rock Flow

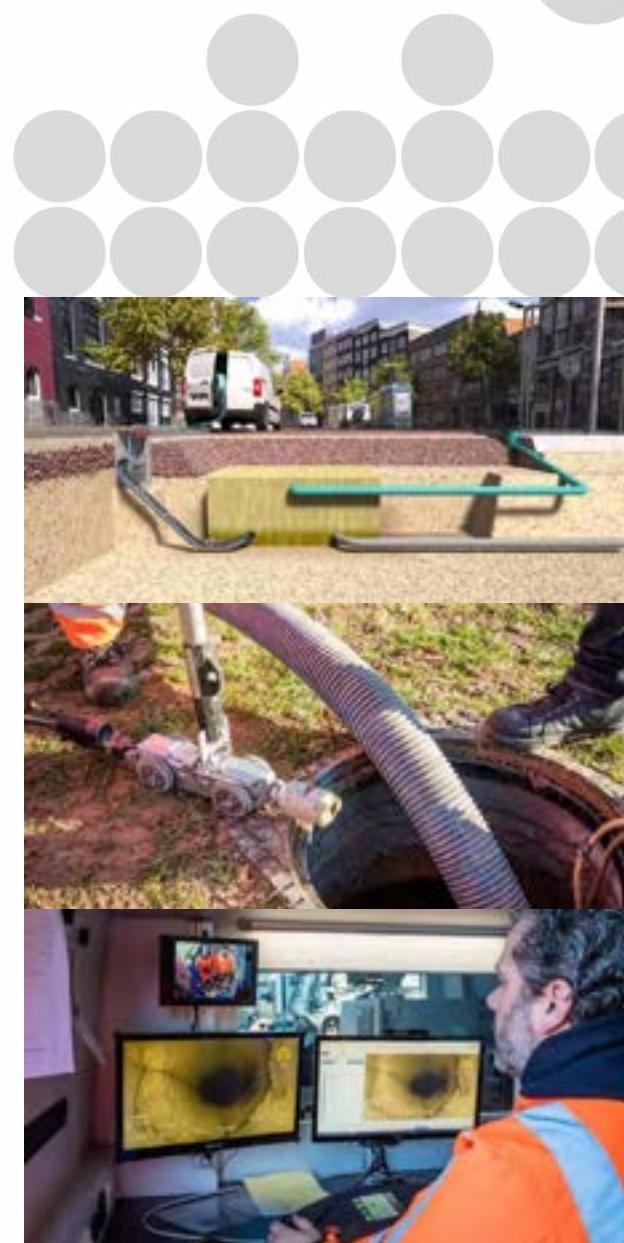
I sistemi di attenuazione e infiltrazione Rockflow sono realizzati in lana di roccia, un materiale robusto e resistente agli agenti atmosferici. La durabilità della lana di roccia garantisce che il sistema continui a svolgere la sua funzione di attenuazione e a sopportare i carichi anche dopo 50 anni.

La lana di roccia mantiene forma e dimensioni anche sotto carichi pesanti (fino a 20 tonnellate per asse). Questo la rende ideale per l'installazione sotto strade, edifici, linee tranviarie o parcheggi, riducendo al minimo lo spazio dedicato al drenaggio.

Il sistema è adatto anche ad ambienti verdi. La crescita delle radici non compromette il funzionamento, a meno che non ostruisca i canali d'acqua.

Con il tempo, nei canali possono accumularsi sedimenti come limo, sabbia o materiale organico. Ispezioni e pulizie periodiche garantiscono il mantenimento in condizioni ottimali.

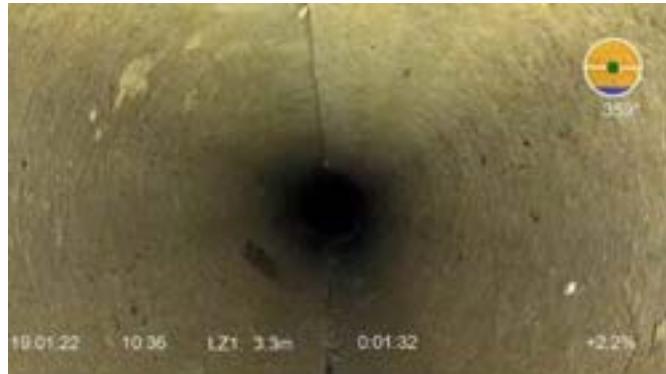
L'ispezione può essere effettuata facilmente con una telecamera remota e la pulizia con un getto d'acqua ad alta pressione (fino a 100 bar). Dopo eventi di inquinamento o alluvioni è consigliata un'ispezione aggiuntiva.



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

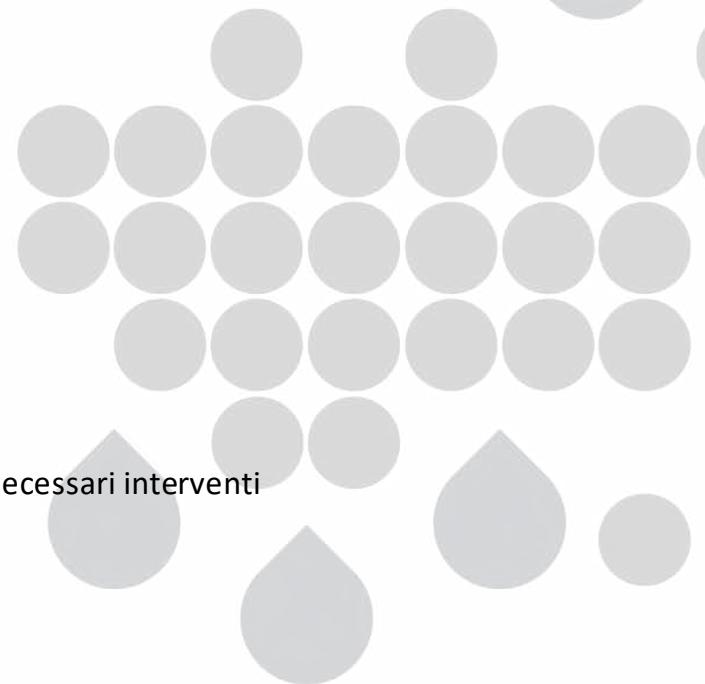
#### Rock Flow



Il canale è pulito, non sono necessari interventi



Strato sottile di sedimenti, non è necessaria un'azione immediata, ma una nuova ispezione deve essere programmata.



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

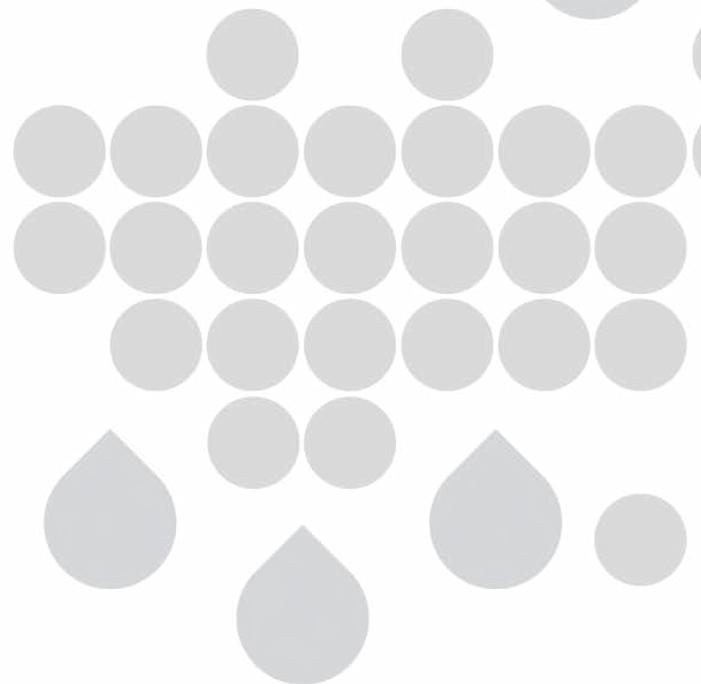
#### Rock Flow



Sì, il lavaggio deve essere fatto



Sì, il lavaggio deve essere effettuato perché tutta la circonferenza è rivestita da sedimenti e la struttura della lana di roccia non è visibile.



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

#### Rock Flow



#### Usage phase

Traffic category	Minimum installation depth (top of buffer to ground level)	
Axle load	Rockflow WM2005	Rockflow WM2007
Green (no traffic)	> 30 cm (sand)	NA
6 ton	40 cm	40 cm
10 ton	40 cm	40 cm
15 ton	60 cm	40 cm
20 ton	75 cm	45 cm

The road construction consists of the following layers:

- 10 cm road or asphalt
- 30 cm foundation of mixed granulate
- Variable sand layer thicknesses

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

#### Rigofill

I moduli drenanti Rigofill permettono di realizzare bacini di laminazione interrati carrabili per la gestione delle acque meteoriche rispettando i criteri di invarianza idraulica e idrogeologica.

Ispezione e idropulitura delle opere di distribuzione o di decantazione realizzate a monte dei bacini dopo il completamento della fase di cantiere.

Dopo una prima ispezione iniziale consigliamo una ispezione visiva dopo 6 mesi. A questo punto si potrà valutare la necessità o meno di un'ispezione più accurata e di una eventuale idropulitura. Se nessun intervento si renderà necessario si posticiperanno i controlli a 12 mesi, fino a trovare una giusta frequenza.

Dopo un importante fenomeno climatico (ad es. un forte temporale con un tempo di ritorno di dieci anni), raccomandiamo un'ispezione e una eventuale idropulitura dell'opera.

La pressione di idropulitura sarà limitata a 125 bar. L'attrezzo consigliato è a testa tonda. Importante non utilizzare sistemi a spigoli vivi che possano danneggiare la struttura.



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Rigofill

Rigofill® ST-Advanced



- Profondità di installazione fino a **6 m**
- Conforme a EN 17152-1 / ISO 4981
- SLW 60 / HGV 60

Rigofill® ST-Standard



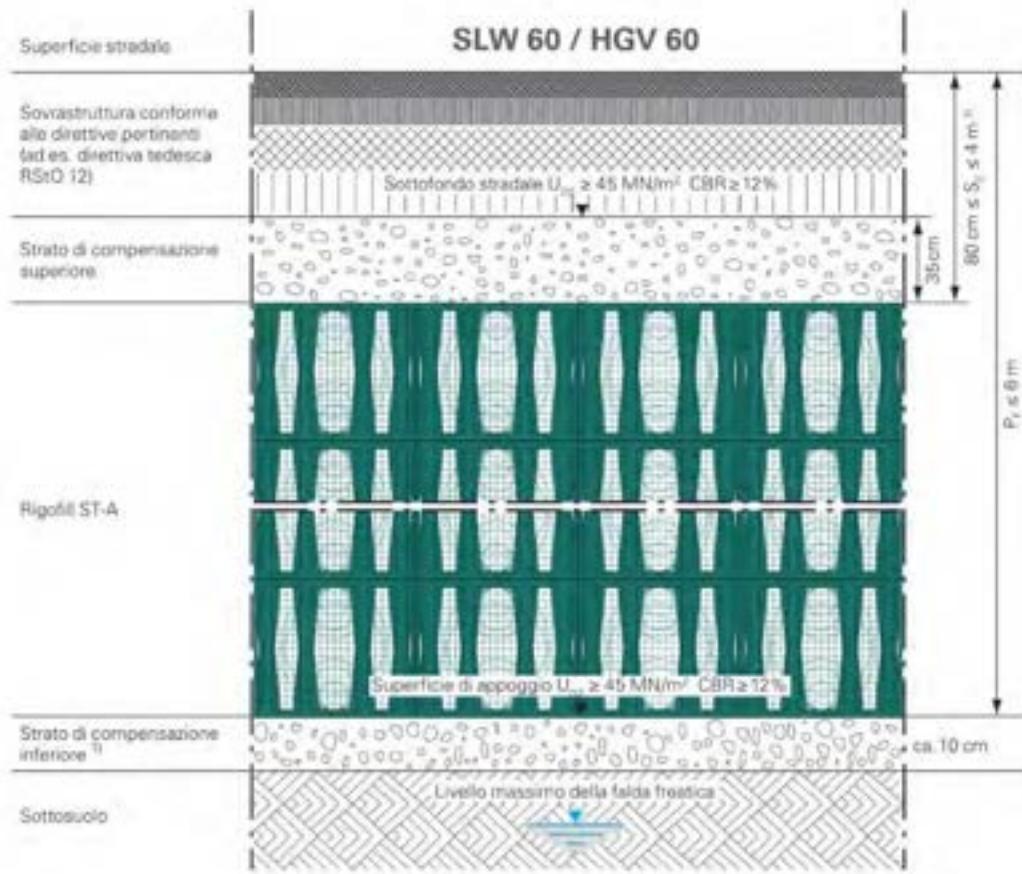
- Profondità di installazione fino a **4 m**
- Conforme a EN 17152-1 / ISO 4981
- SLW 60 / HGV 60



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Rigofill



Per garantire la sicurezza statica, le trincee devono risultare sufficientemente stabili alle sollecitazioni di terreno e traffico. Per questo motivo Rigofill ST-A è stato progettato per sopportare carichi stradali fino a SLW 60 / HGV 60. Con i parametri di installazione standard\*, per le trincee sono possibili spessori di copertura ( $S_c$ ) di 4 m e profondità del fondo ( $P_f$ ) fino a 6 m. FRÄNKISCHE può eventualmente effettuare una verifica statica specifica per ogni progetto.

\* SLW 60, peso specifico del terreno 19 kN/m<sup>3</sup>, angolo di attrito 30°, temperatura media del terreno max. 23 °C

#### Note relative al disegno

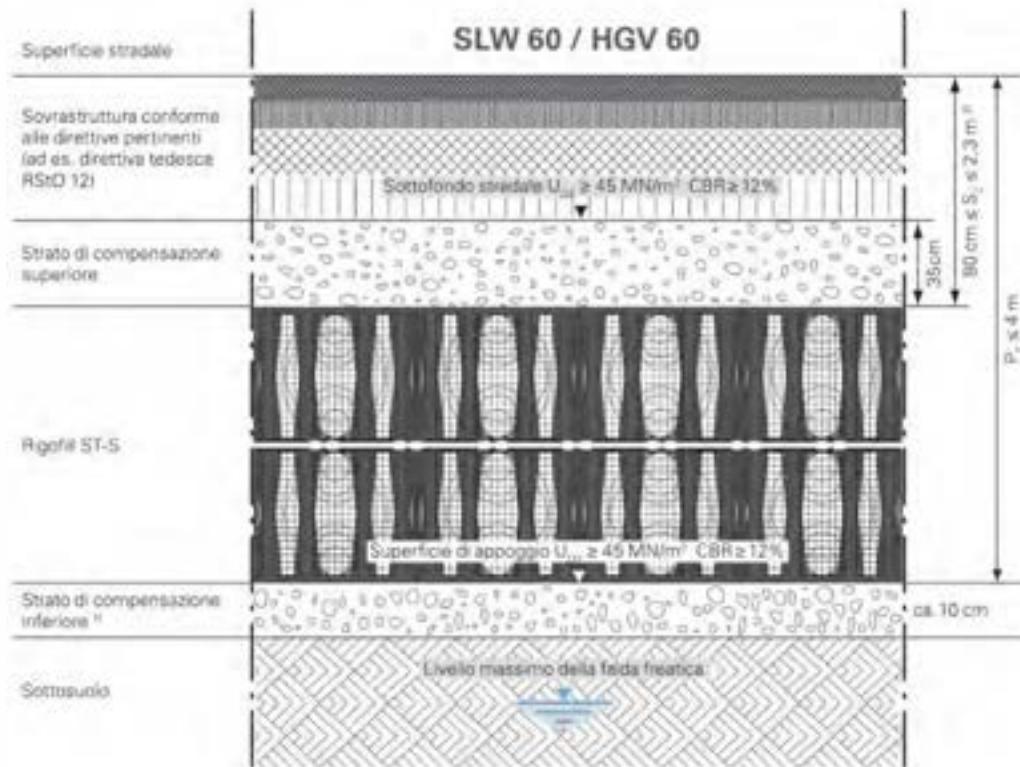
<sup>†</sup> La permeabilità ( $k$ ) deve essere pari almeno a quella del sottosuolo nel caso di trincee disperdenti

<sup>‡</sup> Copertura minore su richiesta

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

### Rigofill



Le trincee Rigofill ST-S sono in grado di sopportare carichi del traffico fino a SLW 60 / HGV 60, risultando pertanto adatte anche per la posa sotto aiuole, giardini pubblici e parcheggi. Con i parametri di installazione standard\*, per le trincee sono possibili spessori di copertura ( $S_c$ ) di 2,3 m e profondità del fondo ( $P_r$ ) di 4 m. FRÄNKISCHE può eventualmente effettuare una verifica statica specifica per ogni progetto.

\* SLW 60, peso specifico del terreno 19 kN/m<sup>3</sup>, angolo di attrito 30°, temperatura media del terreno max. 23 °C

#### Note relative al disegno

<sup>1)</sup> La permeabilità ( $k$ ) deve essere pari almeno a quella del sottosuolo nel caso di trincee disperdenti

<sup>2)</sup> Copertura minore su richiesta

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

#### Enki

Il sistema Enki è un sistema modulare a celle in polipropilene leggero e permeabile, utilizzato per la gestione delle acque piovane. Le celle si assemblano facilmente in cantiere per creare strutture sotterranee che permettono la laminazione e il rilascio controllato dell'acqua nella rete fognaria o per infiltrazione nel terreno. Può essere usato anche in ambito domestico per il riutilizzo non potabile dell'acqua piovana.

Vantaggi principali:

- Montaggio semplice, rapido e senza mezzi meccanici
- Posa personalizzabile in forma e dimensioni
- Alta stabilità strutturale grazie alla costruzione “a mattone”

Il sistema può essere pulito con acqua ad alta pressione e il materiale rimosso deve essere smaltito secondo le normative.



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

Enki

### Struttura realizzata con celle modello ST | Example structured on the base of ST ENKI formats

Variabili dalle quali dipendono le condizioni di posa:

- profondità di posa
- tipo di sovraccarico (fisso/mobile) sul piano campagna
- tipo di pavimentazione superficiale
- presenza della falda
- caratteristiche del terreno

La combinazione dei cinque fattori elencati determina la possibilità di posare le celle a quote più o meno profonde e con ricoperture più o meno rilevanti, tenendo sempre presente che il numero massimo di piani di celle sovrapponibili dipende dalla profondità del piano di posa. Una prima indicazione sulla installazione delle celle può essere rappresentata da questi esempi

- Assenza di traffico zona verde
- Ricoprimento minimo 0,30 m
  - Rinterro massimo 2,00 m
  - Altezza struttura 3,00 m



- Zona a traffico medio SLW 30
- Ricoprimento minimo 0,50 m
  - Rinterro massimo 2,00 m
  - Altezza struttura 2,40 m



- Zona traffico pesante SLW 60
- Ricoprimento minimo 0,80 m
  - Rinterro massimo 2,00 m
  - Altezza struttura 1,80 m



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Sistemi di trattamento ed infiltrazione tecnologici

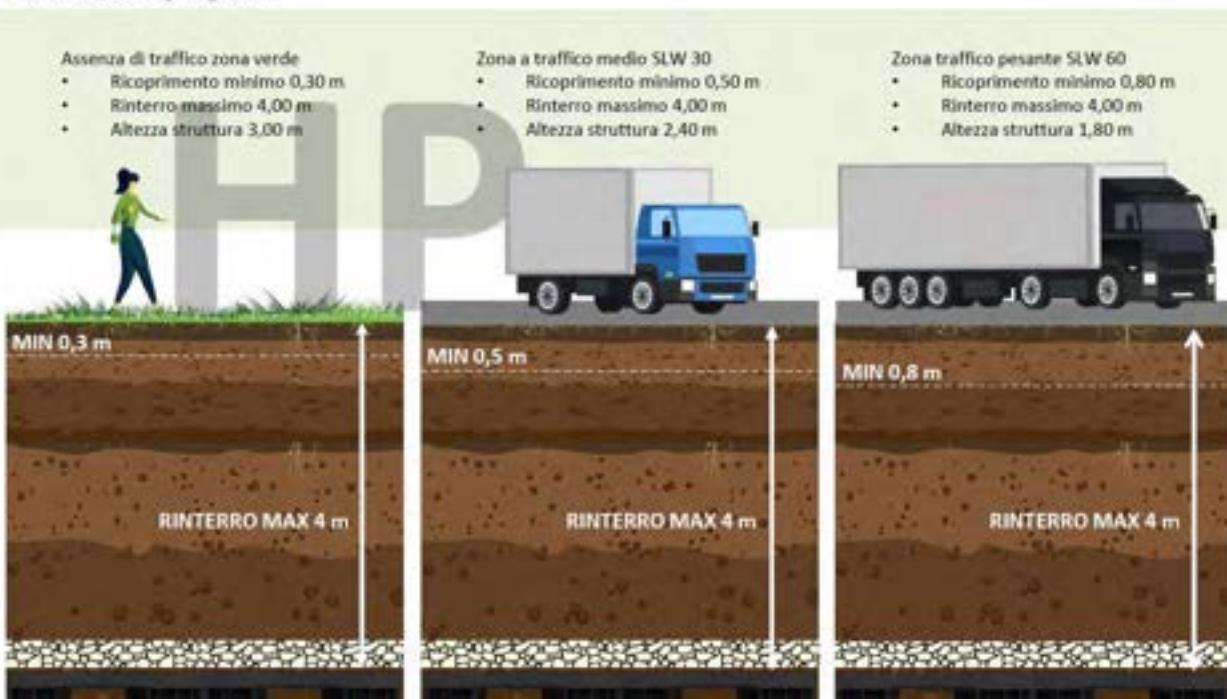
Enki

### Struttura realizzata con celle modello HP | Example structured on the base of HP ENKI formats

The installation of the cells is affected by:

- depth of installation
- type of overload (static/dynamic) at ground level
- type of ground level paving
- presence of groundwater
- characteristics of the ground

The combination of the above five factors determines how deep the system can be installed, and how many levels are possible (according to the depth of the installation field). A rough indication can be shown in the following examples



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Pavimentazioni permeabili

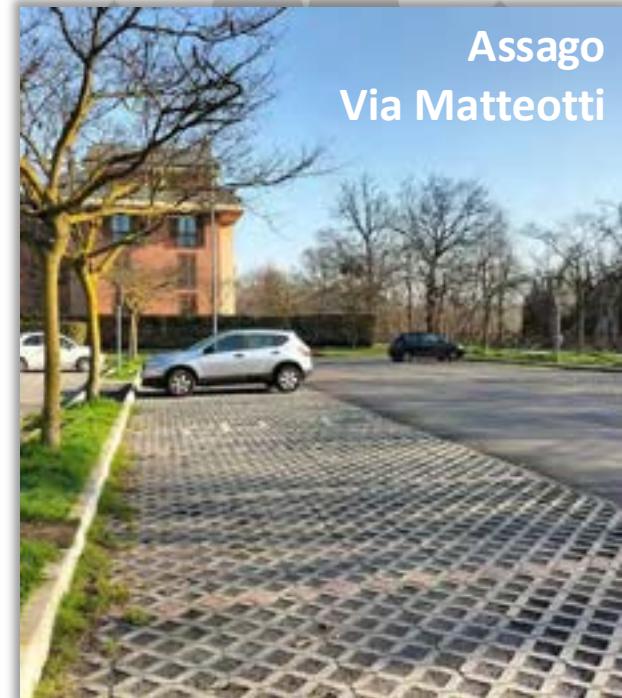
I pavimenti permeabili permettono il passaggio di pedoni e veicoli, lasciando però infiltrare l'acqua piovana attraverso la superficie. L'acqua viene temporaneamente immagazzinata negli strati sottostanti prima di essere riutilizzata, infiltrata nel terreno o scaricata in modo controllato.

### Vantaggi

- Riduzione della superficie impermeabile di un sito
- Riduzione delle acque di dilavamento
- Mantenimento delle acque di falda in quanto alimentate in modo più naturale, adeguato e costante
- Eliminazione di fenomeni di ruscellamento superficiale con benefici in termini di sicurezza stradale durante gli eventi meteorici

### Svantaggi

- Se utilizzati per parcheggi con alta frequenza diurna, il manto erboso è difficile da mantenere per la mancanza di luce e dell'irradiazione di calore dalla parte inferiore delle autovetture
- Possibilità di "cementificazione" delle aree adibite all'infiltrazione a causa dell'intasamento dei materiali di riempimento per l'accumulo di solidi sospesi convogliati dalle acque di dilavamento o per via del carico veicolare, con conseguente riduzione significativa della capacità di infiltrazione



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE



## Pavimentazioni permeabili

## Tipologie di pavimentazione permeabile con masselli prefabbricati

La pavimentazione drenante può essere realizzata con masselli di calcestruzzo con una prefissata porosità e con un riempimento delle fughe costituito da sabbia per consentire all'intera pavimentazione di diventare permeabile. Comunemente sono utilizzati blocchi di calcestruzzo, ma possono anche essere usati blocchi in argilla o pietra naturale. Il massello poroso è particolarmente indicato per marciapiedi, cortili di abitazioni private, stalli di parcheggio per autovetture e, in generale, per aree ciclo-pedonali.



Bresso  
Via Archimede

**Fonti:** Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"; Rosate, Via Don G. Colombo



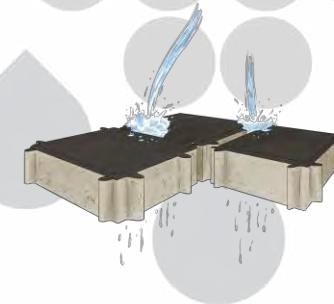
## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazioni permeabili

#### Tipologie di pavimentazione permeabile con masselli prefabbricati

##### Pavimentazioni drenanti

La capacità drenante è determinata dalla foratura passante o da fughe maggiorate



##### Pavimentazioni filtranti

Le pavimentazioni filtranti sono composte da “calcestruzzo poroso”. Questo impasto particolare permette di raggiungere livelli di permeabilità all’acqua equiparabili e addirittura superiori al terreno naturale, pur in assenza di fori. L’acqua così può liberamente percolare attraverso il pavimento senza alterarne la stabilità e raggiungere il sottosuolo.

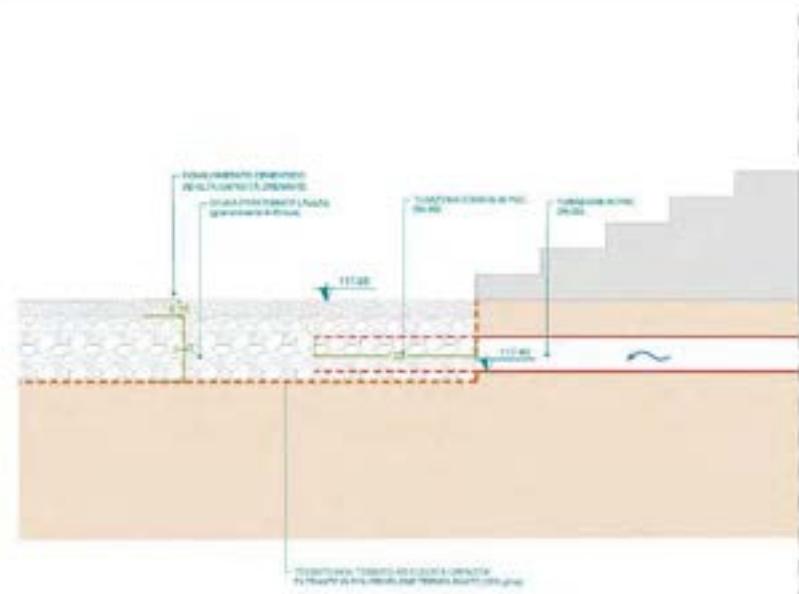


## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazioni permeabili

#### Tipologie di pavimentazione permeabile in calcestruzzo

Il calcestruzzo poroso può essere utilizzato come materiale di superficie o per migliorare la stabilità strutturale alla base di pavimentazioni permeabili in blocchi di calcestruzzo, specialmente in aree soggette a traffico pesante. È adatto per parcheggi e strade a basso traffico.



Cesano Boscone  
Via delle Acacie

Fonti: Cesano Boscone, Via delle Acacie

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

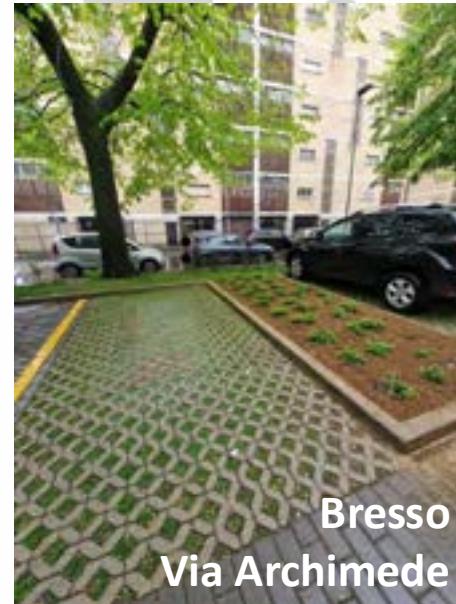
### Pavimentazioni permeabili

#### Tipologie di pavimentazione permeabile con grigliati

Il rinforzo in erba utilizza griglie in plastica o cemento riempite con erba o ghiaia ed è ideale per aree a traffico leggero e stagionale, dove l'erba può rigenerarsi. È adatto per parcheggi di riserva, vialetti privati, scuole, hotel, uffici e accessi antincendio. È fondamentale una buona costruzione per evitare la compattazione del suolo e scegliere un tipo di erba adatto al clima locale.



**San Giuliano Milanese  
Via Montenero**



**Bresso  
Via Archimede**

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Pavimentazioni permeabili

### Pavimentazione in masselli prefabbricati

#### Controlli

##### Controllo generale delle parti a vista

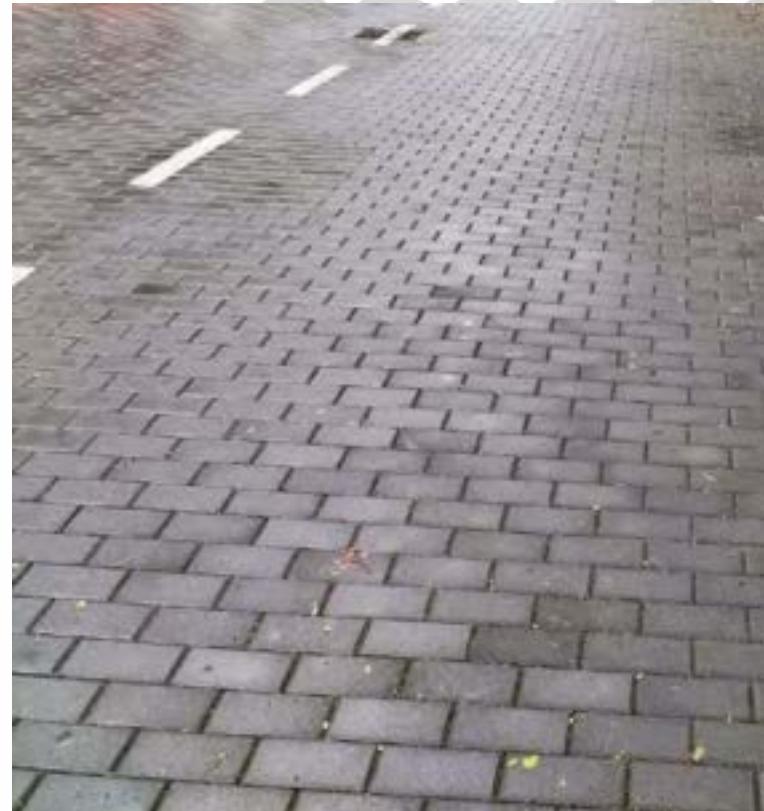
Ogni 6 mesi

*Controllo dello stato di conservazione delle finiture e verifica del grado di usura o di erosione delle parti in vista ed in particolare dei giunti. Controllare l'uniformità dell'aspetto cromatico delle superfici.*

##### Controllo del grado di riciclabilità

Quando occorre

*Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.*



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

Pavimentazioni permeabili

Pavimentazione in masselli prefabbricati

### Manutenzioni

#### Pulizia delle superfici

Ogni settimana

*Pulizia e rimozione dello sporco superficiale mediante spazzolatura manuale degli elementi o con tecniche di rimozione dei depositi, adatte al tipo di rivestimento, e con detergenti appropriati.*



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazioni permeabili

### Pavimentazione in masselli prefabbricati

#### Manutenzioni

##### Ripristino giunti

Quando occorre

*Lavaggio delle fughe con idropulitrice e ripristino della sigillatura e completamento della saturazione dei giunti con materiali idonei eseguita manualmente o a macchina.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Pavimentazioni permeabili

### Pavimentazione in masselli prefabbricati

#### Manutenzioni

##### Sostituzione degli elementi degradati

Quando occorre

*Sostituzione dei masselli e/o accessori usurati o rotti con altri analoghi.*



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazione drenante con masselli prefabbricati

#### **Green Cross**

Il Green Cross è una pavimentazione grigliata che permette la crescita dell'erba negli spazi vuoti. La pavimentazione è realizzata con una piastra in cemento di dimensione 50×50 cm traforata, di spessore 10 cm.

La pavimentazione viene impiegata per i parcheggi e ha una carrabilità leggera – media.

Evitare di cospargere sale sui pavimenti esterni per sciogliere neve o ghiaccio poiché il sale è corrosivo e danneggia la struttura dei masselli.



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazione filtrante con masselli prefabbricati

#### SESTINO

Il massello SESTINO è un classico dal formato rettangolare, che si presta per varietà di spessori e colori disponibili ad essere utilizzato per tutte le applicazioni e permette di realizzare un'ampia gamma di soluzioni architettoniche.

Il massello da 8 cm è carrabile pesante.

Il massello ha una classe 3D di resistenza assorbimento d'acqua/resistenza al gelo-disgelo in presenza di sali disgelanti. La classe 3D significa che il materiale ha una perdita di massa massima di 1,0 kg/m<sup>2</sup> dopo i cicli di gelo/disgelo in presenza di sali.



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazione filtrante con masselli prefabbricati

#### VEGA

Il massello VEGA è un classico dal formato rettangolare, che si presta per varietà di spessori e colori disponibili ad essere utilizzato per tutte le applicazioni e permette di realizzare un'ampia gamma di soluzioni architettoniche.

Il massello da 6 mm supporta il traffico medio/leggero, autoveicoli, traffico occasionale di piccoli furgoni.



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazioni permeabili

### Pavimentazione in calcestruzzo o asfalto drenante

#### Controlli

##### Controllo manto stradale

Ogni mese

*Controllo dello stato generale. Verifica dell'assenza di eventuali anomalie della pavimentazione (buche, cedimenti, sollevamenti, difetti di pendenza, fessurazioni, ecc.).*

##### Controllo del grado di riciclabilità

Quando occorre

*Controllare che nelle fasi manutentive vengano impiegati materiali, elementi e componenti con un elevato grado di riciclabilità.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Pavimentazioni permeabili

### Pavimentazione in calcestruzzo o asfalto drenante

#### Manutenzioni

##### Pulizia delle superfici

Ogni settimana

*Pulizia e rimozione dello sporco superficiale mediante spazzolatura manuale degli elementi o con tecniche di rimozione dei depositi, adatte al tipo di pavimentazione, e con detergenti appropriati.*

Quando occorre

*Pulizia e rimozione dello sporco superficiale mediante acqua fredda a pressione (idropulitrice), e con detergenti appropriati.*

Quando occorre

*Nel caso di eventuali depositi superficiali (fango, materiali vari, neve, ecc.) si sconsiglia l'utilizzo di macchinari pesanti per la pulizia che possano danneggiare la superficie provocando un possibile distacco degli aggregati dalla matrice cementizia (es: pale meccaniche, mezzi con spazzole per la pulizia delle strade, ecc.).*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE



## Pavimentazioni permeabili

## Pavimentazione in calcestruzzo o asfalto drenante

### Manutenzioni

#### Ripristino manto

Quando occorre

*Rinnovo del manto con rifacimento parziale o totale della zona degradata e/o usurata. Demolizione ed asportazione del vecchio manto, pulizia e ripristino degli strati di fondo, pulizia e posa del nuovo manto con l'impiego di bitumi stradali a caldo di analoghe caratteristiche.*



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazioni permeabili

#### Drainbeton

Calcestruzzo drenante e fonoassorbente ad elevate prestazioni, appositamente studiato per il settore delle pavimentazioni.

Già dopo pochi giorni dalla stesa, Drainbeton raggiunge valori di resistenza sufficienti a consentire l'apertura della strada al traffico veicolare, compreso l'eventuale passaggio dei mezzi di cantiere. Le resistenze a 7 e 28 giorni sono tali da indicare l'impiego del materiale anche per pavimentazioni stradali ad elevato volume di traffico.

Per lo scioglimento di neve e ghiaccio non sono necessari particolari trattamenti con Sali disgelanti e comunque, nel caso si volesse procedere con il loro utilizzo, se ne consiglia l'impiego in quantità limitate preferendo il cloruro di sodio ( $\text{NaCl}$ ) rispetto al cloruro di calcio ( $\text{CaCl}_2$ ).

Per applicazioni in zone interessate da grandi quantità di detriti o polveri può essere necessario un intervento di ripristino saltuario della capacità drenante mediante pulizia con acqua in pressione o con macchine spazzatrici aspiranti industriali.



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

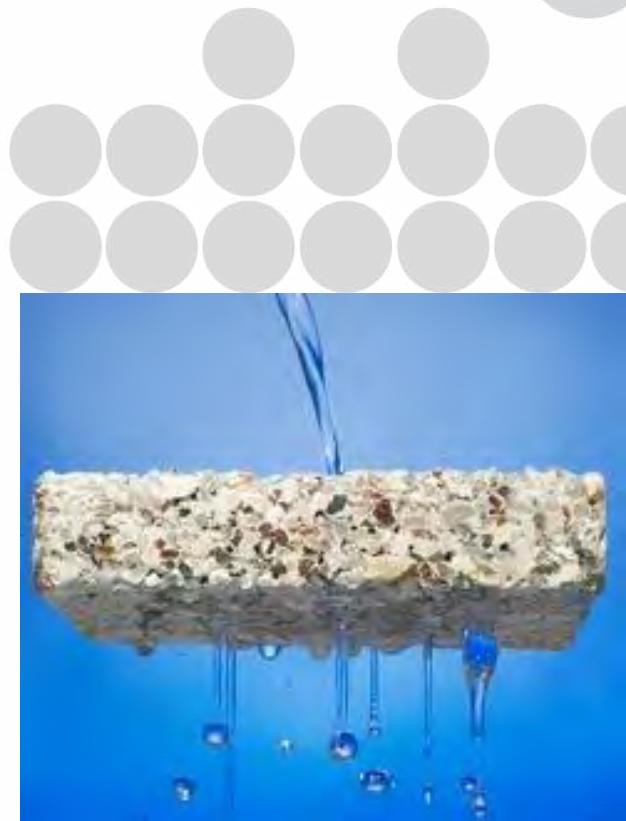
### Pavimentazioni permeabili

#### i.idro DRAIN

Conglomerato cementizio per pavimentazioni continue con altissima capacità drenante che garantisce drenaggi da 200 litri/m<sup>2</sup>/minuto fino a oltre 1000 litri/m<sup>2</sup>/minuto

Permette il continuo ricircolo dell'aria all'interno della massa, accelerando il processo di scioglimento della neve o del ghiaccio, evitando la formazione di lastre.

Mantiene le proprie caratteristiche fisico-meccaniche nel tempo, necessita solamente di una semplice manutenzione ordinaria, la pulizia può essere fatta con normali idropulitrici.



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Pavimentazioni permeabili

#### Disgelo stradale

Le **pavimentazioni permeabili**, grazie all'elevata percentuali di vuoti, **accelerano il processo di scioglimento della neve e del ghiaccio** e soffre meno l'azione di gelo/disgelo.

Deve essere **evitato l'accumulo di sali disgelanti** anche se la tipologia di pavimentazione, grazie all'alta percentuale di vuoti che la caratterizza, soffre meno l'azione del gelo/disgelo.

Consigliabile fare comunque uso di **corrette miscele sali/inerte** per evitare accumuli di sale o l'impiego di **soluzioni non aggressive** per i calcestruzzi, è preferibile l'utilizzo del **cloruro di sodio** al cloruro di calcio.



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Trincee infiltranti

La trincea infiltrante consiste in uno scavo riempito di ghiaia, che consente l'infiltazione dell'acqua nel terreno sottostante. L'acqua è convogliata all'interno della trincea drenante e infiltra nel terreno; raggiunta la massima saturazione del terreno sottostante, l'acqua va ad occupare i vuoti del materiale di riempimento della trincea; una volta esaurita la capacità della trincea, l'acqua sale fino all'altezza massima di accumulo determinata dal troppopieno.

### Vantaggi

- Discrete rese depurative soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e assorbimento
- Ricarica delle acque sotterranee
- Limitate attività di manutenzione
- Basso fabbisogno di superficie (di regola meno del 10% della superficie impermeabile del bacino drenato)
- Buona capacità di accumulo

### Svantaggi

- Bassa capacità di laminazione
- Possibilità di fuga delle sostanze oleose (a meno di non installare in testa uno scolmatore delle acque di prima pioggia seguito da disoleatore)
- Possibilità di intasamenti di aree in cui si ha un elevato trasporto di materiale sabbioso durante gli eventi di pioggia



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Trincee infiltranti

### Trincea infiltrante

#### Controlli

##### Controllo generale

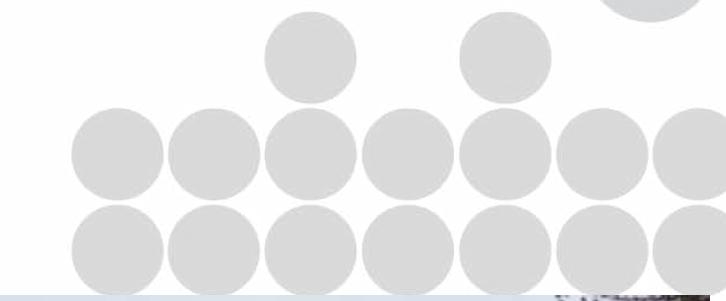
Ogni mese

*Verificare il corretto funzionamento delle trincee controllando che non ci siano ristagni di acqua; verificare inoltre il corretto deflusso delle acque attraverso i canali di scolo (se presenti).*

##### Controllo stabilità

Ogni anno

*Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Trincee infiltranti

### Trincea infiltrante

#### Manutenzioni

##### Pulizia

Ogni anno

*Eseguire una pulizia del materiale accumulatosi.*

##### Ripristino materiale filtrante

Ogni anno

*Eseguire un ripristino del materiale filtrante quando si verificano eccessivi ristagni di acqua.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

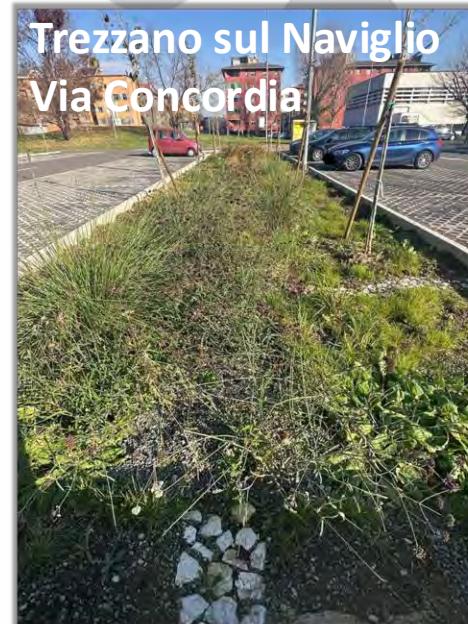
Le aree di bioritenzione consistono in uno scavo riempito con diversi materiali di riempimento e piantumati, che hanno lo scopo di trattare le acque di runoff e consentire la loro infiltrazione nel terreno sottostante. Le acque di pioggia convogliate nell'area di bioritenzione vengono filtrate attraverso un pacchetto di inerti. Lo strato di inerti più importante è quello filtrante perché deve garantire una buona conducibilità idraulica, deve essere un medium adeguato per la crescita del biofilm batterico, e deve garantire gli elementi nutrizionali minimi per il sostentamento delle piante. La superficie dell'area di bioritenzione deve avere un franco rispetto al piano campagna, come dettagliato nelle sezioni di progetto, tale da garantire il sufficiente accumulo di acque di pioggia da infiltrare e evitare la formazione di ristagni stradali.

### Vantaggi

- Alta efficacia di rimozione degli inquinanti
- Richiede poca manutenzione
- Riduzione del volume e della portata di picco
- Riduzione del tempo di corrievazione
- Potenziale elemento di arredo urbano
- Aumento biodiversità
- Riduzione isole di calore

### Svantaggi

- Richiede superfici piuttosto elevate
- Suscettibile all'intasamento se il paesaggio circostante non è gestito

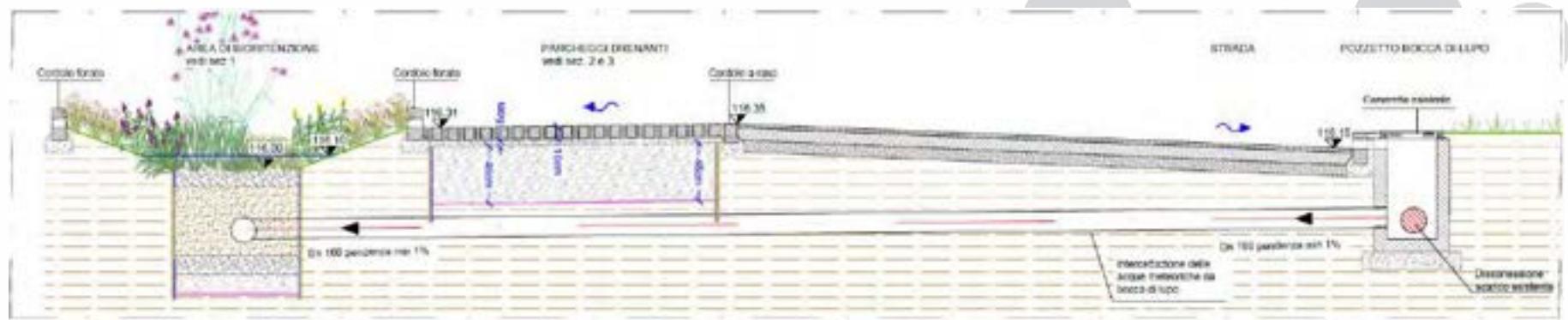
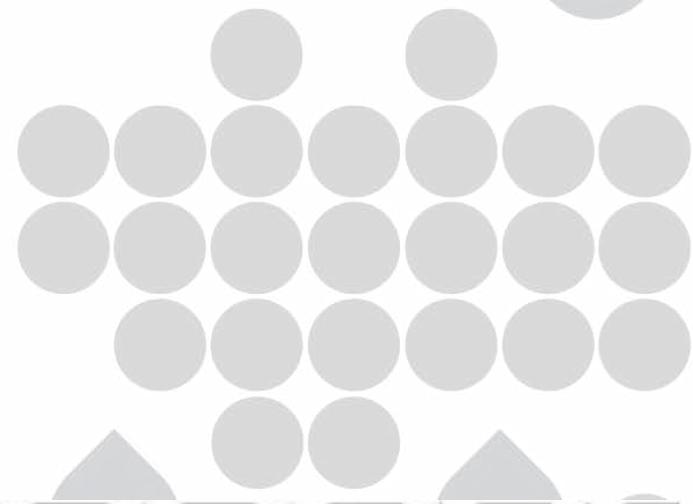


Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Area di bioritenzione

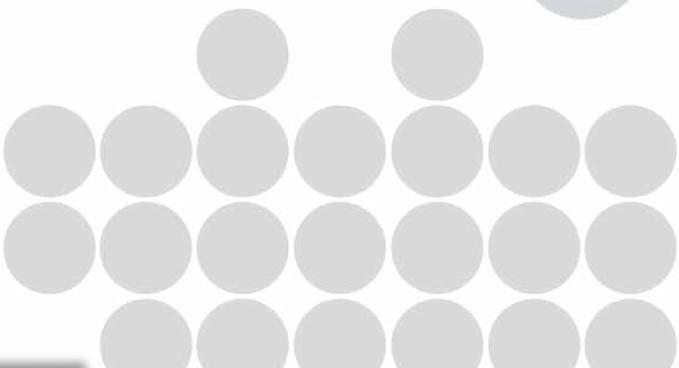


Fonti: Trezzano sul Naviglio, Via Concordia

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Schema funzionale: ingresso

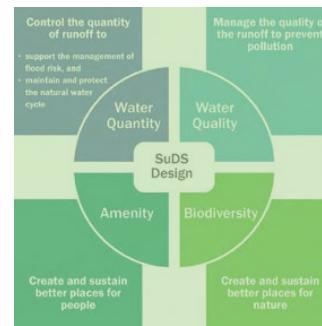
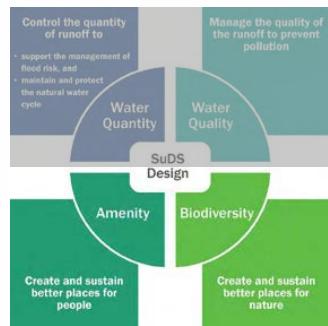
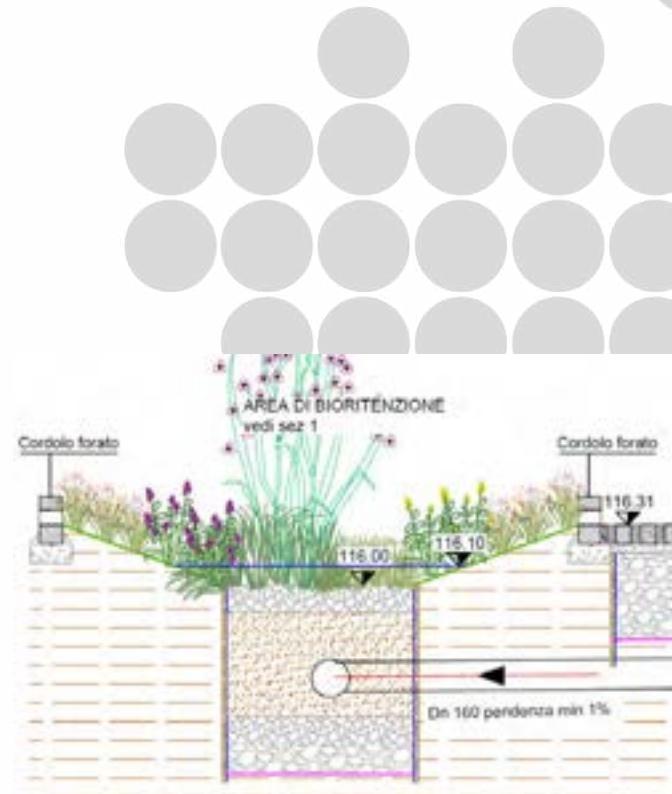
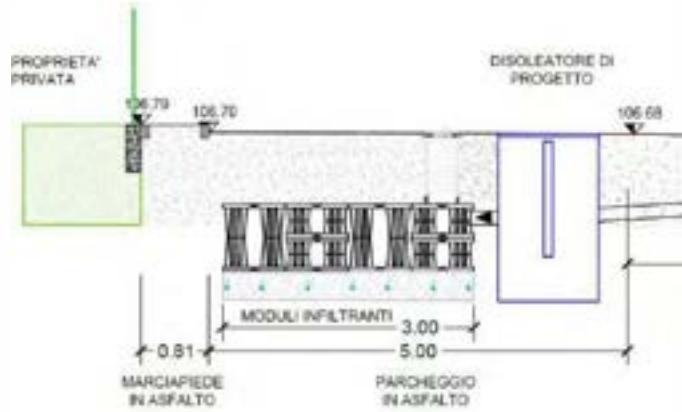


Fonti: Trezzano sul Naviglio, Via Concordia

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Idraulica VS NbS



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Area di bioritenzione

#### Controlli

##### Controllo generale

Ogni 3 mesi

*Verificare il corretto funzionamento dell'area di bioritenzione controllando che non ci siano ristagni di acqua; verificare inoltre il corretto deflusso delle acque attraverso i canali di scolo (se presenti).*

##### Controllo stabilità

Ogni 3 mesi

*Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.*



Trezzano sul Naviglio  
Via Concordia

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Area di bioritenzione

#### Manutenzioni

##### Pulizia

Ogni 2 settimane

*Pulizia delle aree verdi e delle pavimentazioni annesse da carte, sacchetti, lattine, materiale a rischio igienico e simili*

*La pulizia può essere effettuata con soffiatore nel caso in cui ci sia del ghiaietto, mentre deve essere effettuata a mano o con rastrello se c'è ghiaia fine, sabbia, pacciamatura o terreno di coltivo. Il rastrello non deve essere utilizzato sulle piante tappezzanti.*

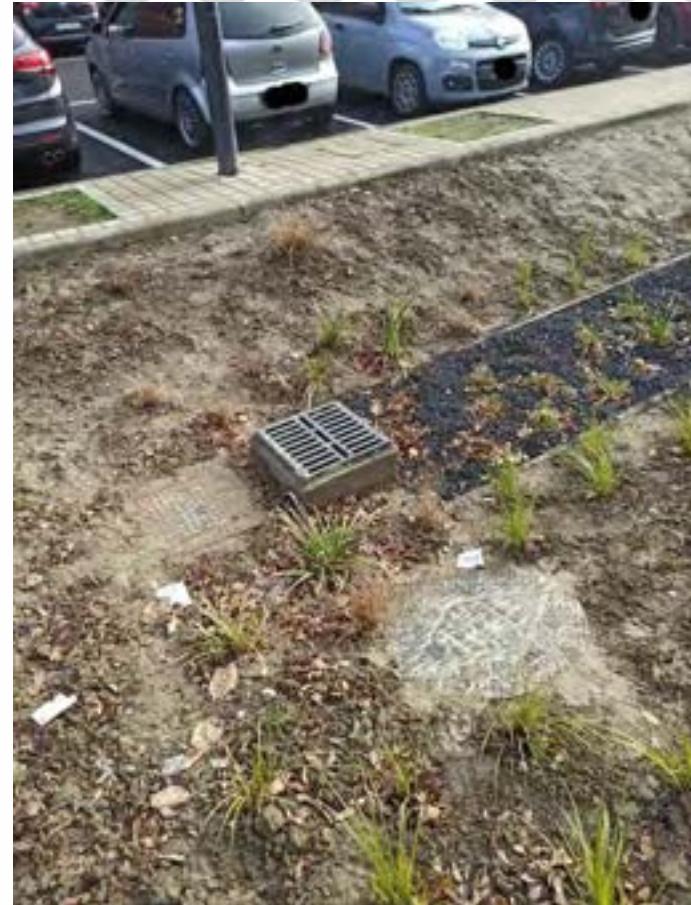
Ogni 5 anni

*Eseguire una pulizia del materiale accumulatosi*

#### Ripristino materiale filtrante e vegetazione

Quando occorre

*Eseguire un ripristino del materiale filtrante quando si verificano eccessivi ristagni di acqua e della vegetazione.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

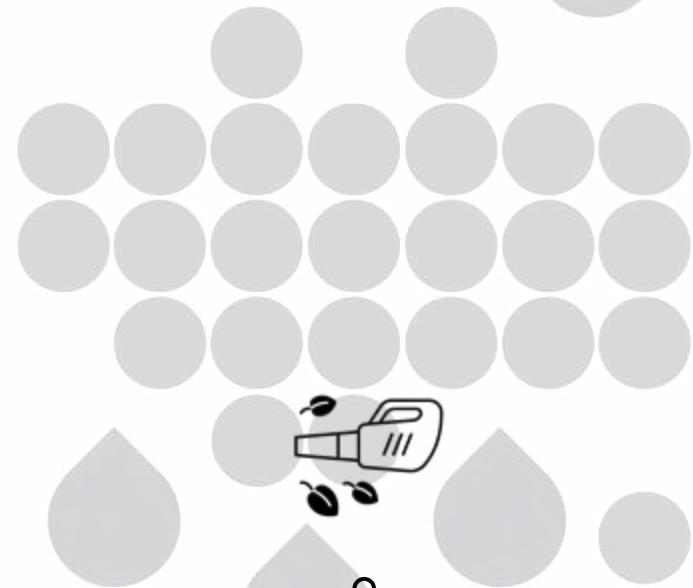
### Pulizia da rifiuti e foglie



Ghiaia

Terreno  
Sabbia Fine  
Pacciamatura

Piante tappezzanti



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Area di bioritenzione

#### Manutenzioni

##### Rimozione delle infestanti

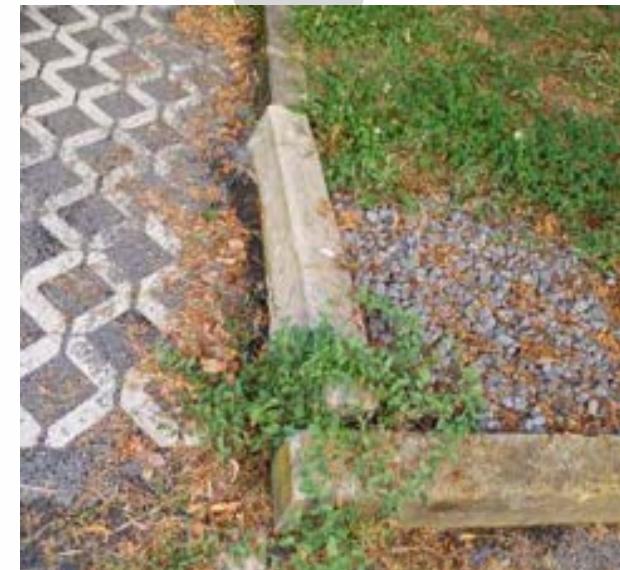
2 volte all'anno

*Scerbatura manuale delle infestanti non tappezzanti e smaltimento con particolare attenzione alle allergene.*

##### Ripristino cordoli

Quando occorre

*Ripristino dei cordoli dissestati o danneggiati.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

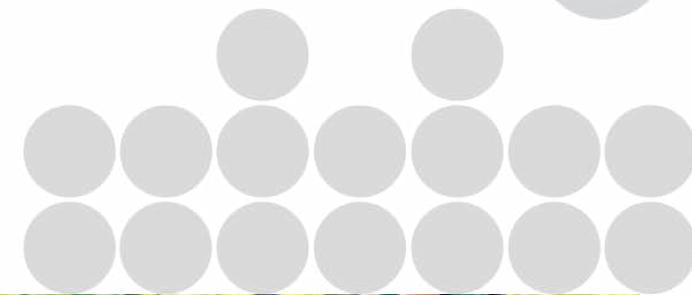
### Prato verde

#### Manutenzioni

##### Sfalcio

5 volte (dipende dalla stagione)

*Sfalcio del tappeto erboso, raccolta e smaltimento degli sfalci*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Prato fiorito

#### Manutenzioni

##### Sfalcio

1 volta dopo la fioritura

*Sfalcio del prato fiorito, raccolta e smaltimento degli sfalci*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Arbusti e cespugli

#### Controlli

##### Controllo generale

Ogni 6 mesi

*Controllo periodico delle piante al fine di rilevarne quelle appassite e deperite.*

##### Controllo malattie

Ogni settimana

*Controllo periodico delle piante al fine di rilevare eventuali attacchi di malattie o parassiti dannosi alla loro salute.*

*Identificazione dei parassiti e delle malattie a carico delle piante per pianificare i successivi interventi e/o trattamenti antiparassitari. Il controllo va eseguito da personale esperto (botanico, agronomo, ecc.).*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Arbusti e cespugli

#### Controlli

##### Controllo inserimento specie vegetali autoctone

Quando occorre

*Controllare che nelle fasi manutentive vengano inserite specie vegetali autoctone che possano valorizzare e conservare l'ambiente oggetto d'intervento.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Arbusti e cespugli

#### Manutenzioni

##### Concimazione piante

Quando occorre

*Concimazione delle piante con prodotti, specifici al tipo di pianta per favorire la crescita e prevenire le eventuali malattie a carico delle piante. La periodicità e/o le quantità di somministrazione di concimi e fertilizzanti variano in funzione delle specie arboree e delle stagioni. Affidarsi a personale specializzato.*



##### Potatura piante

Quando occorre

*Potatura, taglio e riquadratura periodica delle piante in particolare di rami secchi esauriti, danneggiati o di piante malate non recuperabili. Taglio di eventuali rami o piante con sporgenze e/o caratteristiche di pericolo per cose e persone (rami consistenti penzolanti, intralcio aereo in zone confinanti e/o di passaggio, radici invadenti a carico di pavimentazioni e/o impianti tecnologici, ecc.). La periodicità e la modalità degli interventi variano in funzione delle qualità delle piante, del loro stato e del periodo o stagione di riferimento.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Arbusti e cespugli

#### Manutenzioni

##### Trattamenti antiparassitari

Quando occorre

*Trattamenti antiparassitari e anticrittogamici con prodotti, idonei al tipo di pianta, per contrastare efficacemente la malattie e gli organismi parassiti in atto. Tali trattamenti vanno somministrati da personale esperto in possesso di apposito patentino per l'utilizzo di presidi fitosanitari, ecc., nei periodi favorevoli e in orari idonei. Durante la somministrazione il personale prenderà le opportune precauzioni di igiene e sicurezza del luogo.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Piante erbacee

#### Controlli

##### Controllo generale

Ogni mese

*Controllo periodico delle piante al fine di rilevarne quelle appassite e deperite.*

##### Controllo malattie

Ogni mese

*Controllo periodico delle piante al fine di rilevare eventuali attacchi di malattie o parassiti dannosi alla loro salute.*

*Identificazione dei parassiti e delle malattie a carico delle piante per pianificare i successivi interventi e/o trattamenti antiparassitari. Il controllo va eseguito da personale esperto (botanico, agronomo, ecc.).*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Piante erbacee

#### Controlli

##### Controllo delle specie vegetali

Ogni mese

*Controllare che tra le specie vegetali di particolare valore non ci siano varietà estranee e di poco pregio.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Piante erbacee

#### Manutenzioni

##### Concimazione piante

Quando occorre

*Concimazione delle piante con prodotti, specifici al tipo di pianta per favorire la crescita e prevenire le eventuali malattie a carico delle piante. La periodicità e/o le quantità di somministrazione di concimi e fertilizzanti variano in funzione delle specie arboree e delle stagioni. Affidarsi a personale specializzato.*



##### Potatura piante

Ogni anno

*Potatura, taglio e riquadratura periodica delle piante in particolare di rami secchi esauriti, danneggiati o di piante malate non recuperabili. Taglio di eventuali rami o piante con sporgenze e/o caratteristiche di pericolo per cose e persone (rami consistenti penzolanti, intralcio aereo in zone confinanti e/o di passaggio, radici invadenti a carico di pavimentazioni e/o impianti tecnologici, ecc.). La periodicità e la modalità degli interventi variano in funzione delle qualità delle piante, del loro stato e del periodo o stagione di riferimento.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

### Piante erbacee

#### Manutenzioni

##### Trattamenti antiparassitari

Quando occorre

*Trattamenti antiparassitari e anticrittogamici con prodotti, idonei al tipo di pianta, per contrastare efficacemente la malattie e gli organismi parassiti in atto. Tali trattamenti vanno somministrati da personale esperto in possesso di apposito patentino per l'utilizzo di presidi fitosanitari, ecc., nei periodi favorevoli e in orari idonei. Durante la somministrazione il personale prenderà le opportune precauzioni di igiene e sicurezza del luogo.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

Programma di manutenzione	Azione richiesta	Frequenza tipica
Ispezioni regolari	Controllare la superficie di infiltrazione per insabbiamenti e ristagni, registrare il tempo di prosciugamento della struttura e valutare il livello di acqua stagnante nel drenaggio sotterraneo (se appropriato) per determinare se è necessaria manutenzione	Trimestrale
	Controllare il funzionamento del sistema di drenaggio tramite l'ispezione del flusso dopo l'evento di pioggia	Annuale
	Controllare la presenza di eventuali infezioni da malattia sulle piante, scarsa crescita, specie invasive etc. e se necessario sostituire	Trimestrale
	Controllare se gli ingressi e le uscite sono ostruiti	Trimestrale
Manutenzione regolare	Rimuovere rifiuti e detriti superficiali	Trimestrale (o più spesso per motivi di curatezza o di estetica)
	Sostituire le piante, per mantenere la densità di vegetazione	Quando richiesto
	Rimuovere gli accumuli di sedimenti, rifiuti e detriti dagli ingressi o dal bacino a monte	Trimestrale - semestrale
Manutenzione occasionale	Riempire buche o raschiature nel mezzo filtrante, migliorare la protezione dall'erosione se necessario	Quando richiesto
	Rimediare ad accumuli minori di sedimenti raschiando via la pacciamatura superficiale, incidendo la superficie del mezzo e sostituendo la pacciamatura	Quando richiesto
Azioni correttive	Rimuovere e sostituire il mezzo filtrante e la vegetazione in superficie	Quando richiesto ma probabilmente ogni 20 anni o più

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Aree di bioritenzione



0,00 €/m<sup>2</sup>



0,51 €/m<sup>2</sup>



4,27 €/m<sup>2</sup>

**Costi di manutenzione del verde**

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Alberature nei SuDS

Gli alberi migliorano l'ambiente urbano contribuendo alla gestione delle acque, abbellendo il paesaggio e migliorando la salute pubblica. Offrono benefici come la riduzione dell'inquinamento, il sequestro di CO<sub>2</sub> e la creazione di habitat per la fauna. Possono anche aiutare a moderare il clima urbano e rallentare il traffico.



#### Vantaggi

- Riduzione del volume di deflusso delle acque piovane, intercettate dalla chioma.
- Miglioramento della qualità delle acque
- Aumento dell'infiltrazione delle acque sotterranee e di ricarica
- Fornisce un controllo locale dei fenomeni di inondazione
- Richiede uno spazio limitato, è di facile installazione e richiede una bassa manutenzione
- Riduzione delle isole di calore
- Elemento di arredo urbano
- Riduzione del rumore
- Aumento di biodiversità
- Riduzione della CO<sub>2</sub> in ambiente urbano

#### Svantaggi

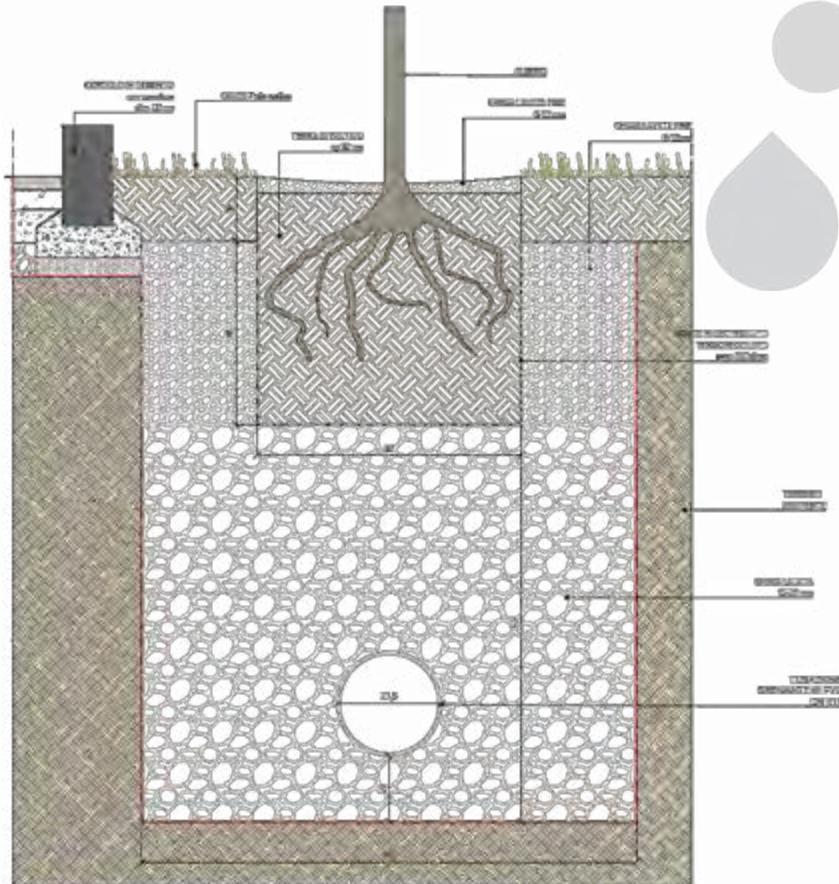
- La manutenzione sarà maggiore nel primo periodo post realizzazione
- Ricezione di piccoli volumi di acqua, e quindi non adatta a gestire evento di notevole intensità

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Alberature nei SuDS

## Schema funzionale

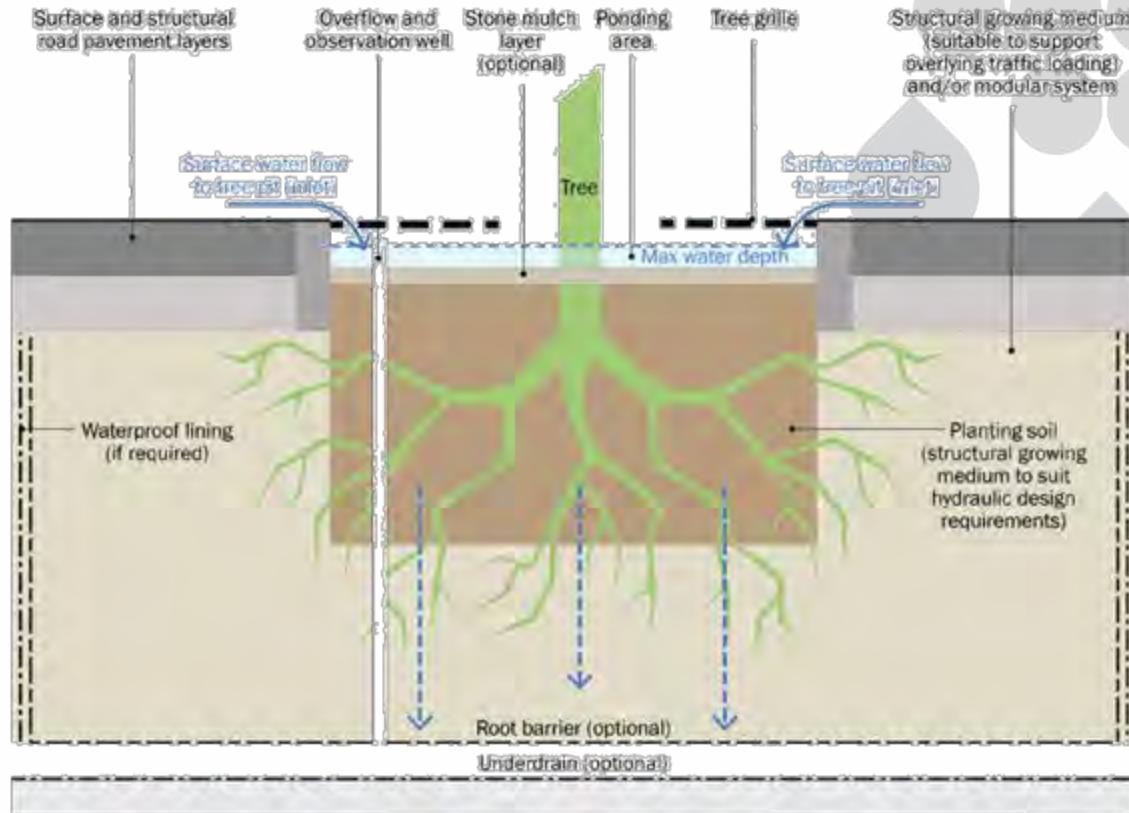


**Fonti:** Paderno Dugano, Via Serra

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Alberature nei SuDS

### Schema tecnico



Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Alberature nei SuDS

### Alberi

#### Controlli

##### Controllo generale

Ogni 6 mesi

*Controllo periodico delle piante al fine di rilevarne quelle appassite e deperite.*

##### Controllo malattie

Ogni settimana

*Controllo periodico delle piante al fine di rilevare eventuali attacchi di malattie o parassiti dannosi alla loro salute.*

*Identificazione dei parassiti e delle malattie a carico delle piante per pianificare i successivi interventi e/o trattamenti antiparassitari. Il controllo va eseguito da personale esperto (botanico, agronomo, ecc.).*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Alberature nei SuDS

### Alberi

#### Controlli

##### Controllo delle specie vegetali

Ogni mese

*Controllare che tra le specie vegetali di particolare valore non ci siano varietà estranee e di poco pregio.*

##### Controllo inserimento specie vegetali autoctone

Quando occorre

*Controllare che nelle fasi manutentive vengano inserite specie vegetali autoctone che possano valorizzare e conservare l'ambiente oggetto d'intervento.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Alberature nei SuDS

### Alberi

#### Manutenzioni

##### Concimazione piante

Quando occorre

*Concimazione delle piante con prodotti, specifici al tipo di pianta per favorire la crescita e prevenire le eventuali malattie a carico delle piante. La periodicità e/o le quantità di somministrazione di concimi e fertilizzanti variano in funzione delle specie arboree e delle stagioni. Affidarsi a personale specializzato.*



##### Potatura piante

Ogni anno

*Potatura, taglio e riquadratura periodica delle piante in particolare di rami secchi esauriti, danneggiati o di piante malate non recuperabili. Taglio di eventuali rami o piante con sporgenze e/o caratteristiche di pericolo per cose e persone (rami consistenti penzolanti, intralcio aereo in zone confinanti e/o di passaggio, radici invadenti a carico di pavimentazioni e/o impianti tecnologici, ecc.). La periodicità e la modalità degli interventi variano in funzione delle qualità delle piante, del loro stato e del periodo o stagione di riferimento.*



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Alberature nei SuDS

### Alberi

#### Manutenzioni

##### Trattamenti antiparassitari

Quando occorre

*Trattamenti antiparassitari e anticrittogamici con prodotti, idonei al tipo di pianta, per contrastare efficacemente la malattie e gli organismi parassiti in atto. Tali trattamenti vanno somministrati da personale esperto in possesso di apposito patentino per l'utilizzo di presidi fitosanitari, ecc., nei periodi favorevoli e in orari idonei. Durante la somministrazione il personale prenderà le opportune precauzioni di igiene e sicurezza del luogo.*



##### Raccolta foglie

2 volte all'anno

*Asportazione delle foglie a mano o con macchina aspiratrice o soffiatrice e smaltimento*

La pulizia può essere effettuata con soffiatore nel caso in cui ci sia del ghiaietto, mentre deve essere effettuata a mano o con rastrello se c'è ghiaia fine, sabbia, pacciamatura o terreno di coltivo. Il rastrello non deve essere utilizzato sulle piante tappezzanti.



# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Aree di bioritenzione

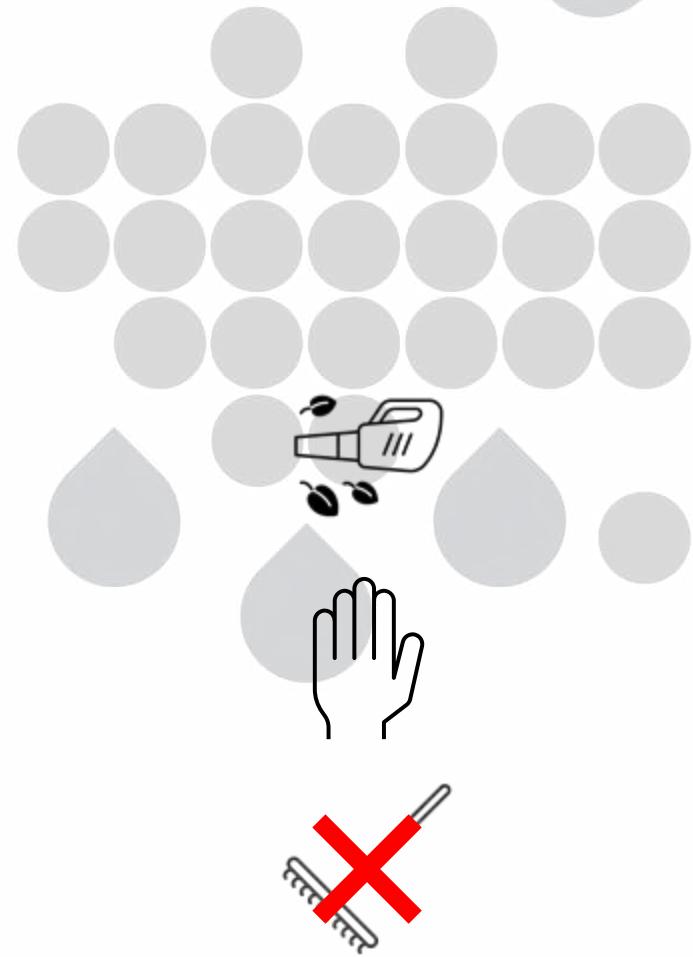
### Pulizia da rifiuti e foglie



Ghiaia

Terreno  
Sabbia Fine  
Pacciamatura

Piante tappezzanti



## LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

### Parchi e piazze allagabili in modo controllato

Il bacino di detenzione asciutto consiste in un bacino con sponde dolci scavato nel terreno che ha lo scopo di fornire un volume di laminazione per l'accumulo temporaneo dell'acqua di runoff dall'area drenata, per poi svuotarsi nel giro di 48 ore. Durante l'evento di pioggia il bacino accumula acqua fino all'altezza massima di accumulo, determinata dal troppopieno, e si svuota tramite l'infiltrazione dell'acqua nel terreno. Costruttivamente quindi viene realizzato mediante attività di movimentazione del terreno con smaltimento del materiale escavato secondo norme di legge, inerbimento e semina, realizzazione di pozzetto di troppo pieno in calcestruzzo con griglia collegato alla fognatura.

#### Vantaggi

- Riceve una vasta gamma di eventi di pioggia
- Buona riduzione del flusso di picco
- Sistema semplice da progettare e costruire
- Richiede poca manutenzione

#### Svantaggi

- Profondità di detenzione limitate ai livelli di ingresso e uscita del sistema
- Interventi estensivi che richiedono un'ampia area



**San Giuliano Milanese  
Via Gogol**

Fonti: Woods Ballard et al., 2015, "The SuDS Manual"

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Parchi e piazze allagabili in modo controllato

### Bacino di detenzione

#### Controlli

##### Controllo generale

Ogni anno

*Verificare il corretto funzionamento dei fossetti verificando il corretto deflusso delle acque.*

##### Controllo stabilità

Ogni mese

*Controllare la stabilità dell'elemento e che il materiale utilizzato sia idoneo alla funzione garantendo la sicurezza dei fruitori.*



**San Giuliano Milanese  
Via Gogol**

# LE TECNICHE SuDS E LA LORO MANUTENZIONE

## Parchi e piazze allagabili in modo controllato

### Bacino di detenzione

#### Manutenzioni

##### Pulizia

Ogni 5 anni

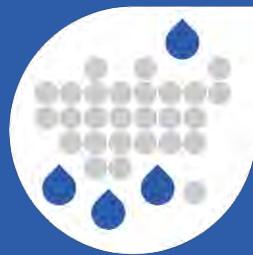
*Eseguire una pulizia del materiale accumulatosi nei bacini.*

##### Ripristino sponde e ingressi/uscite

Quando occorre

*Eseguire un ripristino delle sponde con vegetazione contro l'erosione e riparazione di ingressi, uscite e troppo pieni.*





Città metropolitana  
**SPUGNA**

Il futuro a prova di clima

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

Dr. Ing. LEONARDO MAGHERINI

[magherini@iridra.com](mailto:magherini@iridra.com)

