

Bosco di Santo Pietro – Caltagirone
Stazione Sperimentale di Granicoltura
3 settembre 2022

***Nature-based solution NBS per la gestione delle acque in
ambito urbano e sub-urbano***

Uni
ct AGRICOLTURA,
ALIMENTAZIONE
E AMBIENTE

Giuseppe Luigi CIRELLI
giuseppe.cirelli@unict.it



CLIMATE CHANGE and SOIL PERMEABILITY LOSS DUE URBANIZATION



Sempre più spesso le reti di drenaggio tradizionali «**OPERE GRIGIE**» manifestano la loro insufficienza a gestire le acque meteoriche, e sarebbe necessario un loro adeguamento alle nuove portate ed ai nuovi volumi di deflusso.

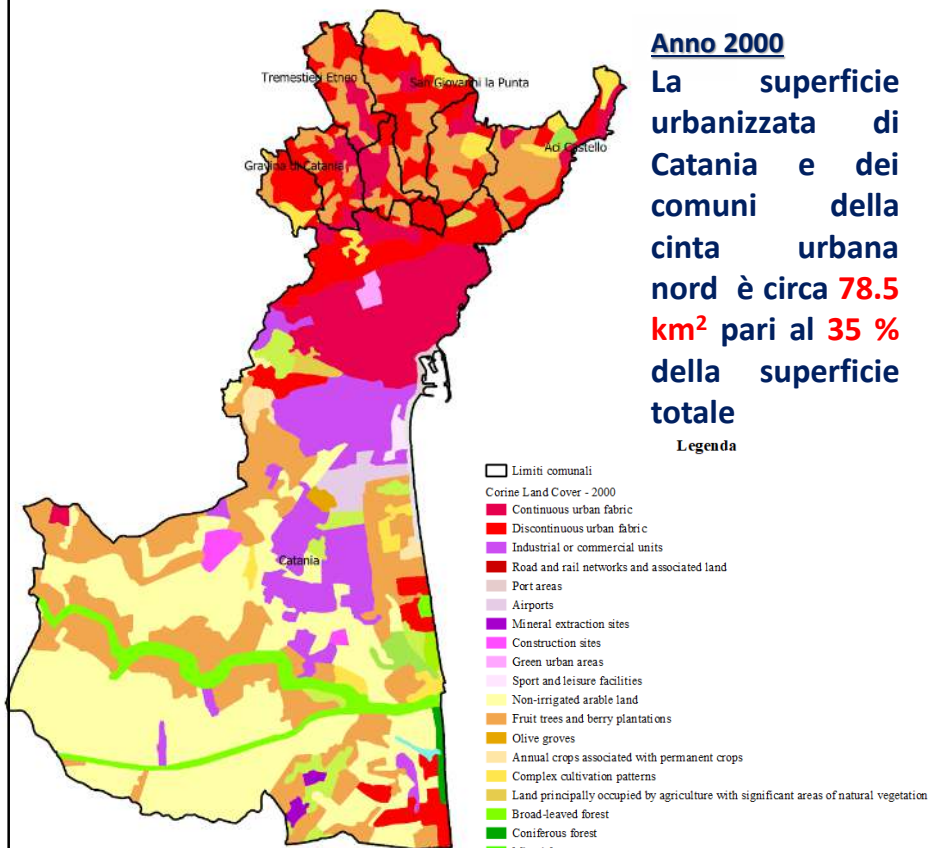
Le cause principali dell'incremento così rilevante delle portate e dei volumi di deflusso in ambito urbano e sub-urbano sono:

- l'aumento dell'intensità degli eventi di pioggia principalmente dovuto ai fenomeni di cambiamento climatico;
- l'aumento dell'impermeabilizzazione del suolo dovuto all'urbanizzazione ed alle grandi infrastrutture [*negli ultimi 20 anni l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata in media del 20% - ISPRA, 2020*].

Nel periodo 2000-2018 si è avuto un incremento della superficie urbanizzata del 12%

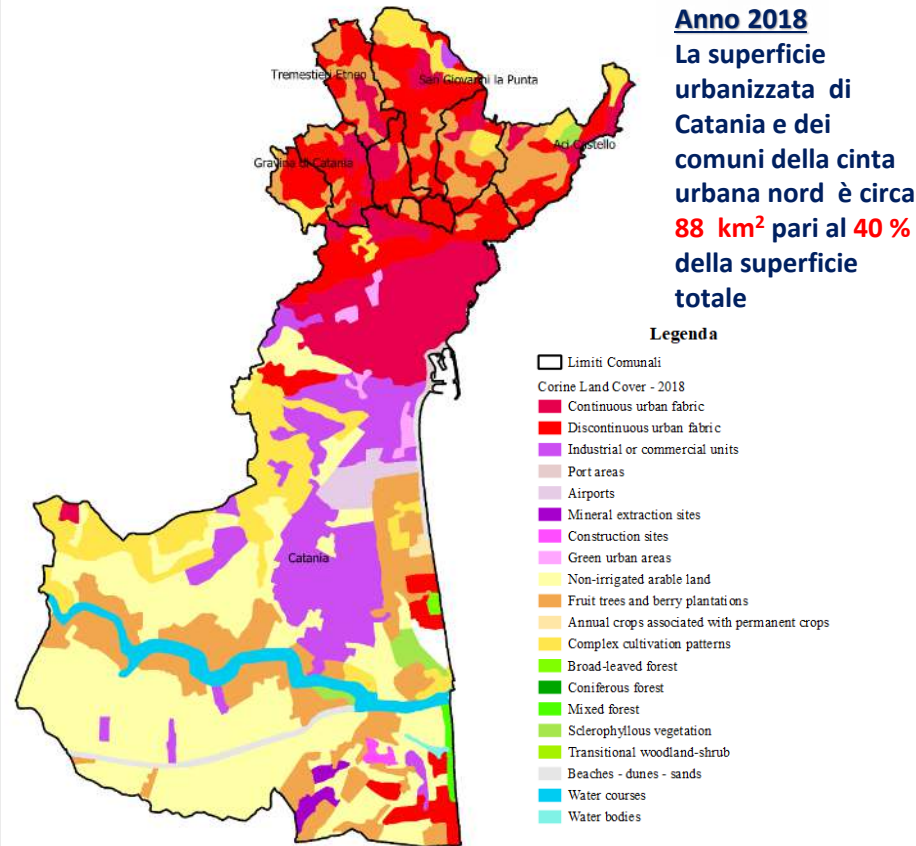


Uso del suolo (fonte: Corine Land Cover – 2000)



Comuni di Catania, Gravina di Catania, Tremestieri Etneo, S. Agata li Battiati, San Giovanni La Punta, San Gregorio , Aci Castello

Uso del suolo (fonte: Corine Land - 2018)



Comuni di Catania, Gravina di Catania, Tremestieri Etneo, S. Agata li Battiati, San Giovanni La Punta, San Gregorio , Aci Castello



Torrente Lavinaio (Aci Catena)

***FIUMI come
STRADE***



Torrente Forcile -Catania



Catania- 25th Oct 2021

STRADE come FIUMI



Malta – 25th Nov 2021





Cosa sono le NBS?



Le NBS sono definite come «azioni per proteggere, gestire in modo sostenibile e ripristinare gli ecosistemi, naturali o modificati, che affrontino le sfide della società in modo efficace e adattivo, fornendo contemporaneamente benessere all'uomo e benefici per la biodiversità».



UTILIZZANO O IMITANO I PROCESSI NATURALI



Approvvigionamento idrico



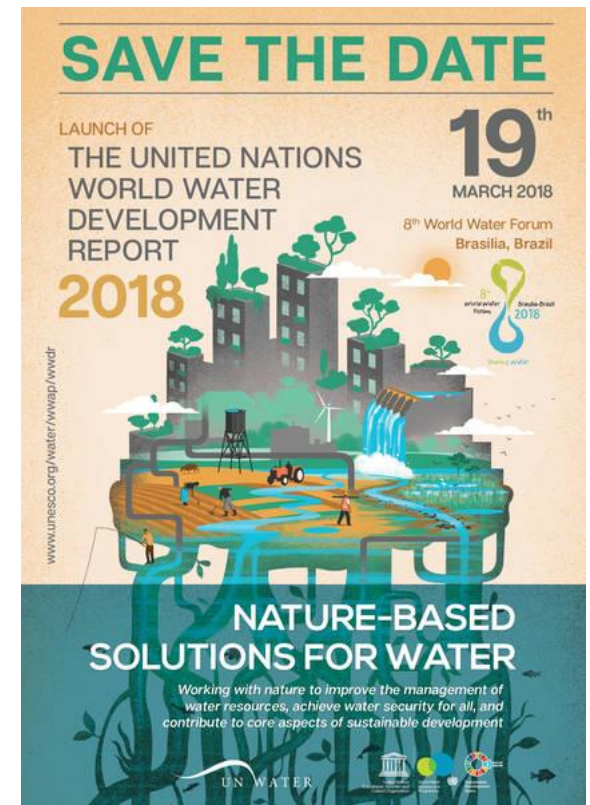
Cambiamenti climatici



Disastri ambientali

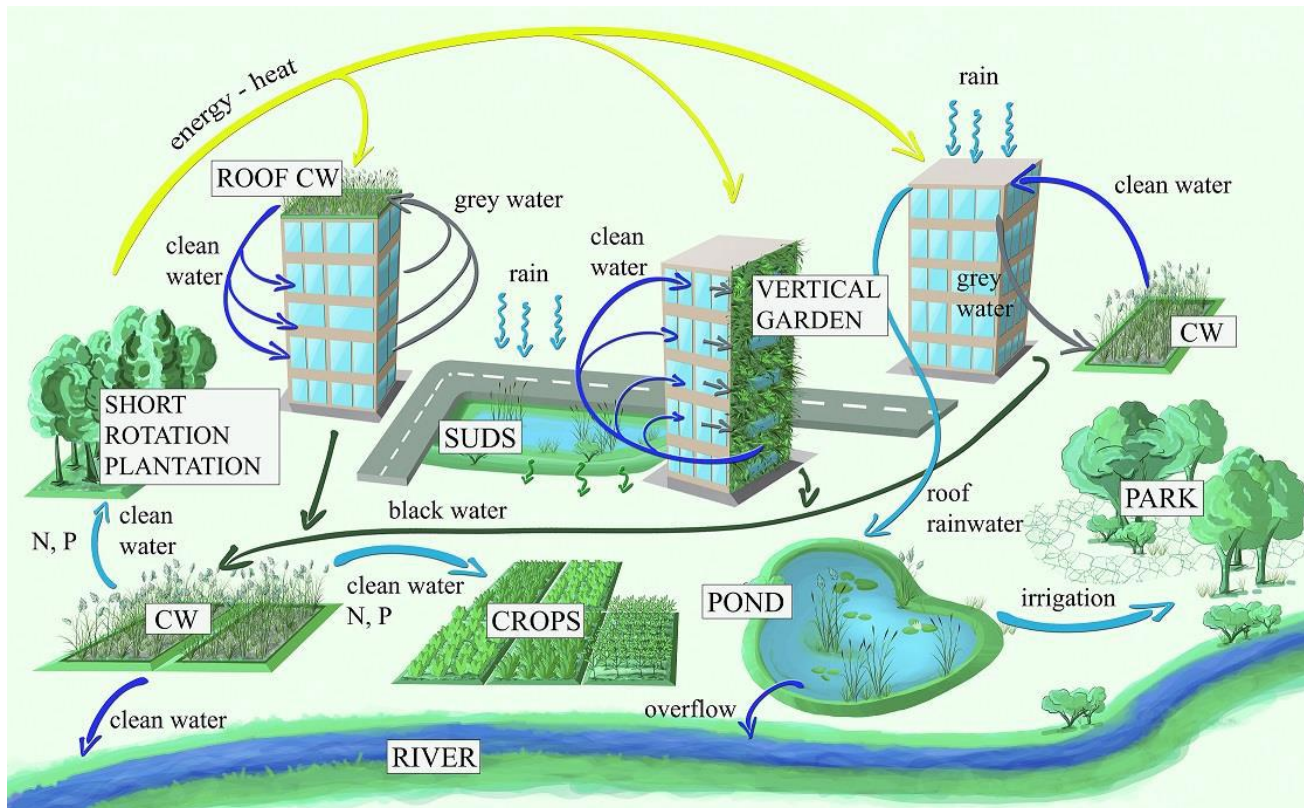


Qualità delle acque





NBS per l'adattamento ai cambiamenti climatici e per una gestione integrata e sostenibile delle risorse idriche



- Aree urbane e periurbane
- Insediamenti commerciali
- Insediamenti produttivi industriali e agro-alimentari

IL NUOVO PARADIGMA PER LA GESTIONE ECOLOGICA DELLE ACQUE REFLUE:



- Le **INFRASTRUTTURE GRIGIE** (come i sistemi di drenaggio urbano, vasche di laminazione, ecc.) non sono state realizzate per gestire eventi di pioggia così intensi, e non sono in grado di gestire i volumi crescenti di deflusso dovuto alla perdita di permeabilità del suolo causata dall'espansione delle aree urbanizzate.
- Le **INFRASTRUTTURE VERDI** (come giardini pluviali, tetti verdi, pavimentazioni disperdenti/porose, trincee di infiltrazione, ecc.), integrate con le **INFRASTRUTTURE GRIGIE**, sono soluzioni innovative per gestire il deflusso in aree urbane e suburbane, secondo il nuovo paradigma della *Permeable City* o *Sponge City*.



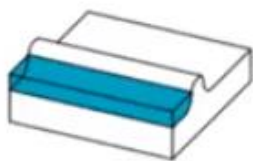


Prof. Giuseppe Cirelli

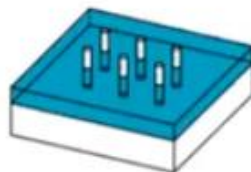
10 STRATEGIE OPERATIVE PER GESTIRE/CONTROLLARE ACQUE DI SUPERFICIE

Sapienza - Università degli Studi di Roma
Dipartimento di Architettura e Progetto - INAP
Corsi di Dottorato in Architettura - Teoria e Progetto
Coordinatore: prof. Antonino Saggio

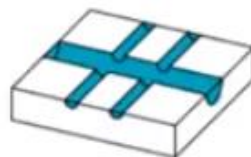
Dottorando: Gaetano De Francesco
Ciclo XXVIII
Curriculum A: Architettura - Teoria e Progetto
Tutor: prof. Antonino Saggio



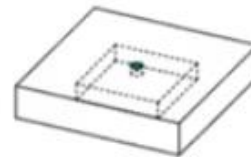
1_sbarrare



2_sollevare



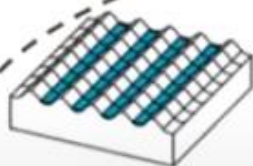
3_diramare



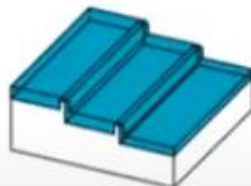
4_interrare



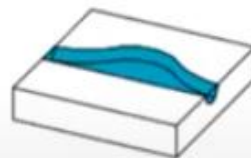
5_convogliare



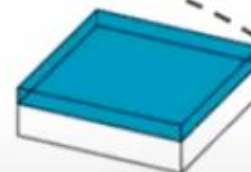
6_corrugare



7_assorbire



8_dilatare



9_inondare



10_galleggiare

Nature Based Solution - NBS

INVASARE



Infrastrutture verdi e Misure di ritenzione naturale delle acque (MRNA)



Le MRNA sono definite come «misure **multifunzionali** che mirano a proteggere le risorse idriche e ad affrontare le sfide legate all'acqua ripristinando o mantenendo gli ecosistemi, nonché gli aspetti naturalistici e le caratteristiche dei corsi d'acqua utilizzando mezzi e processi naturali».

Principali caratteristiche e funzioni

- 1 Hanno la funzione di **ritenere l'acqua di deflusso superficiale o fluviale** e rilasciarla con una portata controllata.
- 2 Migliorano la **capacità di ritenzione idrica dei suoli e degli ecosistemi acquatici**, incrementando la qualità dell'acqua e la biodiversità.
- 3 Applicazione a scala relativamente «piccola» rispetto alle dimensioni del bacino idrico o del territorio nel quale sono implementate.
- 4 Simulano processi naturali sebbene non siano sempre misure «naturali» di per sé (come ad esempio i tetti verdi).





Principali motivi per la selezione e la realizzazione delle MRNA

1

Dare maggiore spazio alla natura

2

Fornire molteplici benefici

3

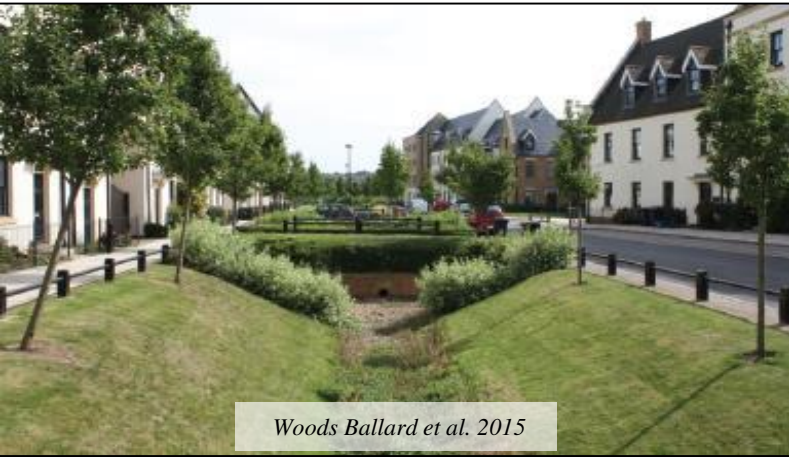
Contribuire all'ottenimento contemporaneo degli obiettivi di diverse politiche

4

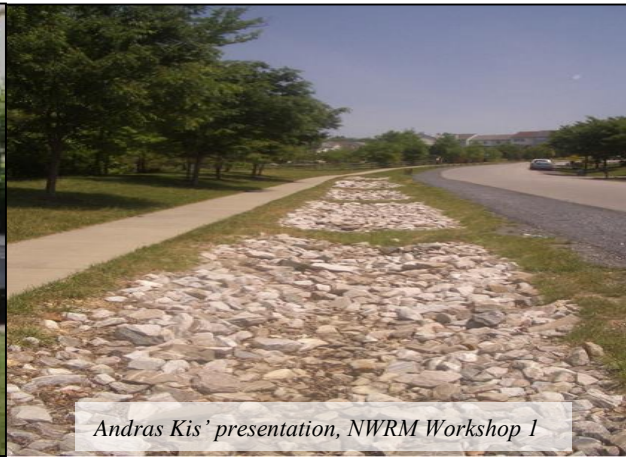
Fornire soluzioni sostenibili ed adattive

5

Opportunità di finanziamento delle MRNA



Woods Ballard et al. 2015



Andras Kis' presentation, NWRM Workshop 1



Woods Ballard et al. 2015



Tipologie e ambiti di applicazione delle MRNA

Le MRNA sono molto diverse in quanto a tipologia e all'ambito territoriale a cui possono essere applicati. In particolare, le MRNA possono:

- 1 **modificare gli ecosistemi direttamente o indirettamente** (tramite modifiche delle pratiche di gestione del suolo e dell'acqua);
- 2 **essere specifiche per settori** (ad esempio per l'agricoltura) o applicabili su diversi settori e ambienti (rurali e urbani).



Agricoltura



Silvicoltura



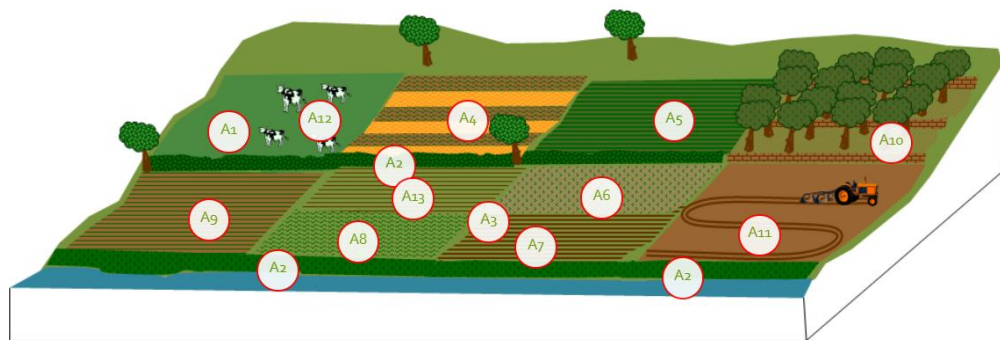
Idro-morfologia



Urbanistica



Agricoltura

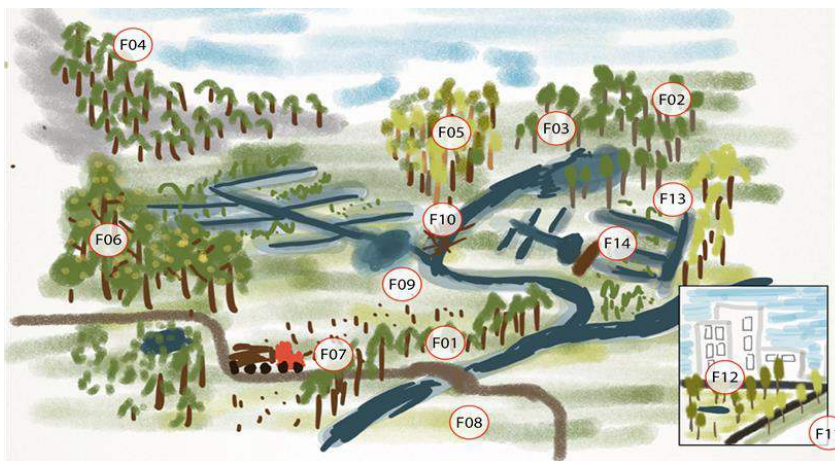


AMBITO AGRICOLO (A)

- A1** Prati e pascoli
- A2** Fasce tampone e siepi
- A3** Rotazione delle colture
- A4** Fasce coltivate lungo le isoipse
- A5** Colture miste
- A6** Agricoltura «no tillage»
- A7** Agricoltura «minimum tillage»
- A8** Coperture verdi
- A9** Semina precoce
- A10** Terrazzamenti tradizionali
- A11** Traffico controllato
- A12** Carico bestiame ridotto
- A13** Pacciamatura



Silvicoltura



AMBITO FORESTALE (F)

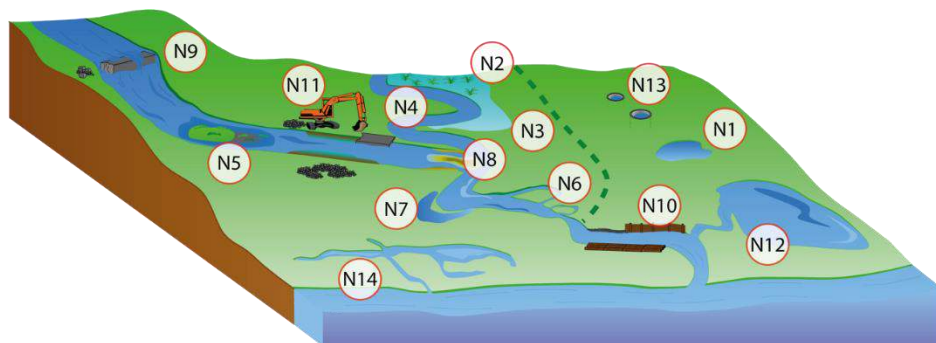
- F1** Fasce tampone riparie arboree
- F2** Manutenzione della copertura nelle aree di sorgente
- F3** Forestazione di bacini idrografici
- F4** Forestazione mirata per la mitigazione dei cambiamenti climatici
- F5** Conversione dell'utilizzo dei terreni
- F6** Copertura forestale continua
- F7** Guida nel rispetto dei percorsi idraulici
- F8** Progettazione adeguata di strade e attraversamenti di corsi d'acqua
- F9** Stagni per la cattura dei sedimenti
- F10** Detriti legnosi grossolani
- F11** Parchi forestali urbani
- F12** Alberi nelle aree urbane
- F13** Strutture per il controllo della portata di piena nelle foreste
- F14** Aree di inondazione controllata



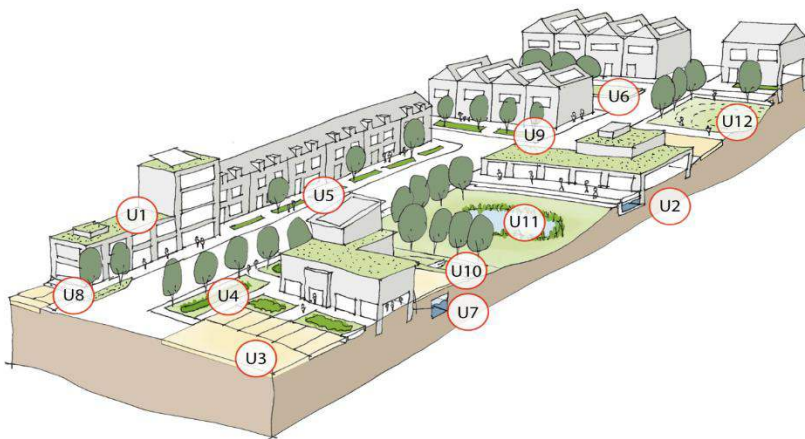
Nature-based solutions per la gestione dei deflussi



Idro-morfologia



Urbanistica



AMBITO IDRO-MORFOLOGICO (N)

- N1 Bacini e stagni
- N2 Ripristino e gestione delle aree umide
- N3 Ripristino e gestione della pianura alluvionale
- N4 Ricostituzione dei meandri
- N5 Ri-naturalizzazione del letto del torrente
- N6 Ripristino e ricollegamento di ruscelli stagionali
- N7 Ricollegamento di lanche e strutture simili
- N8 Ri-naturalizzazione del torrente
- N9 Rimozione di dighe e altre barriere longitudinali
- N10 Stabilizzazione delle sponde naturali
- N11 Eliminazione dei manufatti di protezione delle sponde fluviali
- N12 Ripristino dei laghetti
- N13 Ripristino dell'infiltrazione naturale nelle acque di falda
- N14 Ri-naturalizzazione di aree di polder

AMBITO URBANO (U)

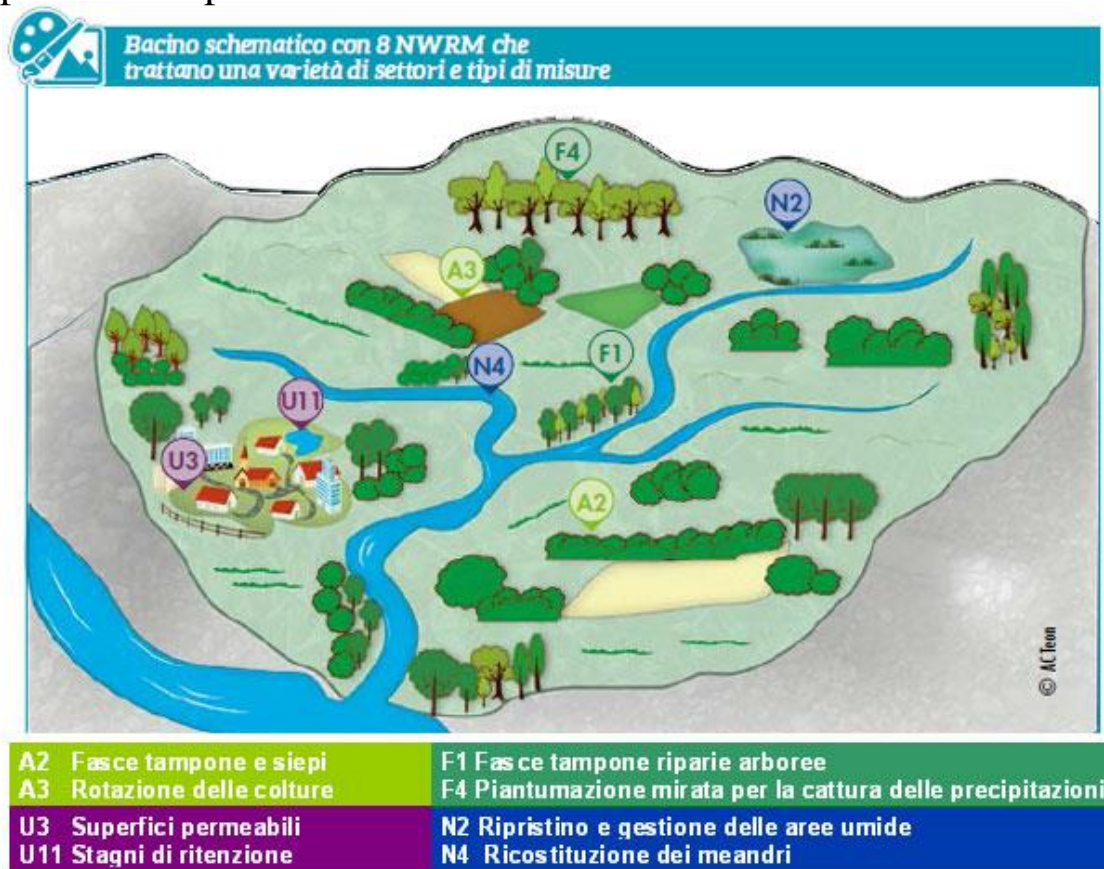
- U1 Tetti verdi
- U2 Raccolta delle acque piovane
- U3 Superfici permeabili (pavimentazioni porose)
- U4 "Swales"
- U5 Canali e rigagnoli
- U6 Fasce filtranti
- U7 Pozzi perdenti
- U8 Trincee drenanti
- U9 Giardini della pioggia
- U10 Bacini di ritenzione
- U11 Stagni di ritenzione
- U12 Bacini di infiltrazione



Inserimento delle MRNA

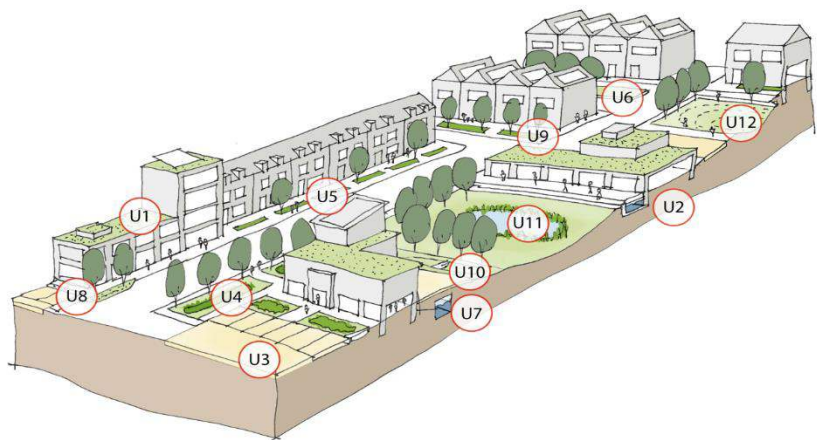
Le singole MRNA sono raramente implementate singolarmente: vengono principalmente implementate in combinazione con altre MRNA e spesso con infrastrutture antropiche.

La sfida è trovare la **corretta combinazione** di misure che risponda alle caratteristiche e ai problemi di gestione del proprio bacino o al processo di pianificazione.





Urbanistica



AMBITO URBANO (U)	
U1	Tetti verdi
U2	Raccolta delle acque piovane
U3	Superfici permeabili (pavimentazioni porose)
U4	“Swales”
U5	Canali e rigagnoli
U6	Fasce filtranti
U7	Pozzi perdenti
U8	Trincee drenanti
U9	Giardini della pioggia
U10	Bacini di ritenzione
U11	Stagni di ritenzione
U12	Bacini di infiltrazione

**INFRASTRUTTURE VERDI
PER LA GESTIONE DELLE ACQUE:
CRITERI E CASI STUDIO**

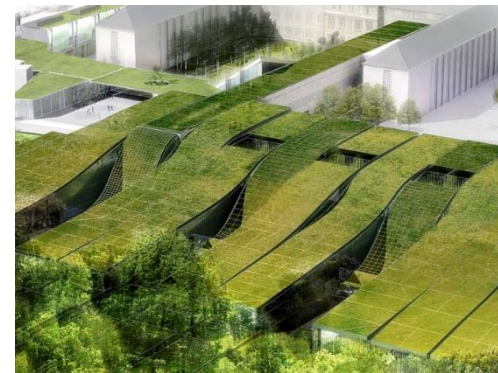
FELICIANA LICCIARDELLO
LIVIANA SCIUTO
SALVATORE BARBAGALLO
SIMONA CONSOLI
GIUSEPPE LUIGI CIRELLI





Infrastrutture verdi urbane

- sistemi che riducono il volume di drenaggio intercettando il *runoff* dai tetti per il successivo riuso o stoccaggio o evapotraspirazione (**tetti verdi**)
- sistemi di pre-trattamento per la rimozione di alcuni inquinanti (fossati vegetati o *swales*);
- sistemi di ritenzione, ritardano la velocità del *runoff* (**giardini pluviali, wetland**)
- sistemi di infiltrazione (**trincee di infiltrazione**)





Schede tecniche di intervento per il miglioramento della qualità delle acque e per la riduzione dei deflussi in ambito urbano e periurbano mediante infrastrutture verdi

U1 Tetti verdi (Green Roofs)			
<p align="center">Descrizione</p> <p>I tetti verdi sono sistemi a più strati che coprono il tetto degli edifici con vegetazione e/o giardini su uno strato di drenaggio. I tetti verdi possono essere di due tipi, intensivi ed estensivi. I tetti verdi estensivi (tetti a sedo, tetti ecologici o tetti viventi) coprono l'intera superficie del tetto con vegetazione leggera, a crescita bassa, autosostenente, che richiede bassa manutenzione. I tetti verdi intensivi (giardini sui tetti) sono ambienti curati con elevati benefici relativi ai servizi ricreativi. I tetti verdi sono progettati per intercettare le precipitazioni che vengono rallentate durante il loro scorrimento lungo la vegetazione e lo strato di drenaggio. L'introduzione della vegetazione su una superficie altrimenti nuda determina una maggiore evaporazione-traspirazione che contribuisce a un minore ruscellamento. I tetti verdi ben progettati sono efficaci nella riduzione delle portate di picco causate da precipitazioni frequenti e non molto intensi, contribuendo pertanto alla gestione del rischio di alluvione. La loro efficacia può variare dal 5 al 95% di riduzione del ruscellamento, a seconda del tipo di substrato e della profondità, delle condizioni antecedenti l'evento, della stagione, dell'intensità e del volume delle precipitazioni. Poiché i tetti verdi possono contribuire a migliorare la qualità dell'acqua di ruscellamento, possono anche contribuire al miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche e dello stato chimico e quindi contribuire ad un sistema di drenaggio sostenibile ed efficace prevenendo il deterioramento dello stato delle acque di superficie. Se diffusi in un'area urbana, i tetti verdi possono contribuire al miglioramento della qualità dell'aria, ad abbassare la temperatura dell'aria e ad aumentare il livello di umidità, aiutando pertanto nella regolazione climatica.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 3. Strato filtrante 4. Strato drenante e di accumulo idrico 5. Strato di protezione meccanica 6. Strato impermeabile e antiradici 7. Strato divisorio 8. Strato isolante 9. Elemento portante 	<p>dell'elemento di tenuta all'acqua.</p> <p><i>b. Gradi di manutenzione</i></p> <p>manutenzione di avviamento per il controllo (collaudo); manutenzione di avviamento a regime (solo per le coperture estensive); manutenzione ordinaria; manutenzione straordinaria.</p>
		<p>Vantaggi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Miglioramento del microclima - Ritenzione dell'acqua - Filtrazione di polveri e sostanze nocive - Miglioramento dell'isolamento acustico 	<p>Verde estensivo</p>
		<p>Svantaggi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Limitazione della crescita della vegetazione - Difficoltà di ancoraggio - Peso esercitato - Presenza dell'acqua 	<p>Verde intensivo</p>
<p>Costi di costruzione</p> <p>I costi di costruzione sono generalmente maggiori quando i tetti verdi vengono inseriti in edifici già esistenti rispetto a quando vengono incorporati in un nuovo edificio. I costi di costruzione variano da 25÷130 €/m² per design estensivi e 130÷300 €/m² per design intensivi. I costi di manutenzione raggiungono i 55 €/m² per ciascun intervento di manutenzione su tetti verdi estensivi. Fonte: www.nwrn.eu</p>		<p>Costi di costruzione</p> <p>Devono essere presenti molteplici scarichi provenienti dal tetto verde, per ridurre i rischi di ostruzione. La resistenza strutturale del tetto deve tenere in considerazione l'intero carico aggiuntivo degli elementi del tetto verde in condizioni saturate. La membrana impermeabilizzante deve presentare una buona resistenza alle penetrazioni delle radici e uno spessore del substrato che deve essere compreso fra 10 e 250 mm. La manutenzione (vegetazione, membrana...) è importante per assicurare una continua efficacia.</p>	<p>Publicazioni o esempi</p> <p>Bosco verticale – Milano</p>
<p>Progettazione</p> <p>Il grado di manutenzione richiesto dalle coperture a verde è un altro importante parametro di classificazione. Coperture con funzioni tecniche e di mitigazione ambientale sono associate necessariamente all'esigenza di ridurre i costi di manutenzione poiché rientrano, al pari del fabbisogno idrico, nel bilancio energetico dell'opera. La norma UNI 11235:2007 propone la seguente classificazione:</p>		<p>Progettazione</p> <p>Il grado di manutenzione richiesto dalle coperture a verde è un altro importante parametro di classificazione. Coperture con funzioni tecniche e di mitigazione ambientale sono associate necessariamente all'esigenza di ridurre i costi di manutenzione poiché rientrano, al pari del fabbisogno idrico, nel bilancio energetico dell'opera. La norma UNI 11235:2007 propone la seguente classificazione:</p>	
<p>Esercizio e manutenzione</p> <p><i>a. Tipologie di manutenzione</i></p> <p>manutenzione delle opere a verde; manutenzione del sistema di drenaggio; manutenzione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e</p>		<p>Esercizio e manutenzione</p> <p><i>a. Tipologie di manutenzione</i></p> <p>manutenzione delle opere a verde; manutenzione del sistema di drenaggio; manutenzione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche e</p>	<p>Bibliografia</p> <p>www.nwrn.eu ISPRA. 2012. Verde Pensile: prestazioni di sistema e valore ecologico. Roma.</p>
<p>Tipo dell'influente</p> <p>Acque meteoriche Acque grigie</p>			
<p>Componenti principali</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Strato di vegetazione 2. Strato di coltura 		



I giardini pluviali

Per **bacino di ritenzione** si intende una depressione che raccoglie e rilascia lentamente le acque meteoriche che defluiscono da aree di drenaggio.

Questi sistemi permettono quindi un filtraggio e una depurazione del tutto naturale dell'acqua raccolta con ottime rimozioni dei principali inquinanti veicolati dalle acque di pioggia di dilavamento: SST:>90%, P tot >80%, N tot 50%, Metalli (zinco, piombo, cadmio) >90%.

I **giardini pluviali** sono bacini di ritenzione a piccola scala costituiti da una depressione superficiale e da un substrato altamente poroso, che posa direttamente sul terreno *in loco* e in cui vengono messe a dimora specie vegetali.

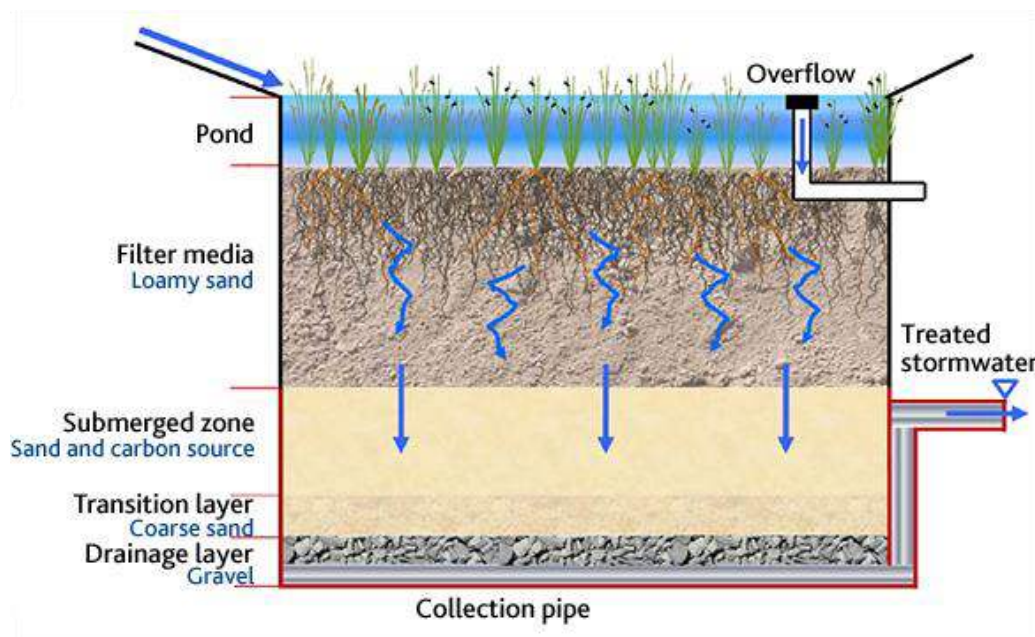
Essi impiegano suolo, piante e microorganismi per favorire l'infiltrazione ed il trattamento biologico delle *storm water*.





(Giuseppe Luigi CIRELLI e Feliciano LICCIARDELLO, 2021)

Schema di un *giardino pluviale*



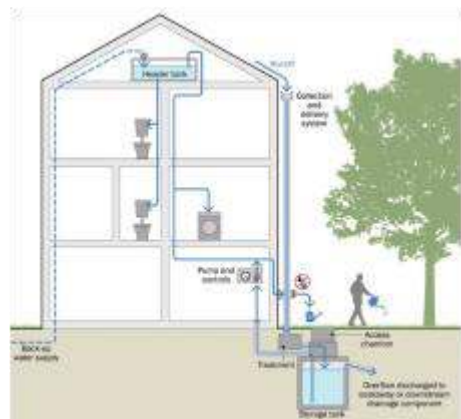
Il deflusso si infiltrano nel *giardino pluviale* dalla superficie per caduta e/o possono essere incanalate attraverso apposite tubazioni

Il mezzo poroso effettua l'azione filtrante e di risanamento, ad opera delle piante, dei microorganismi e del suolo.

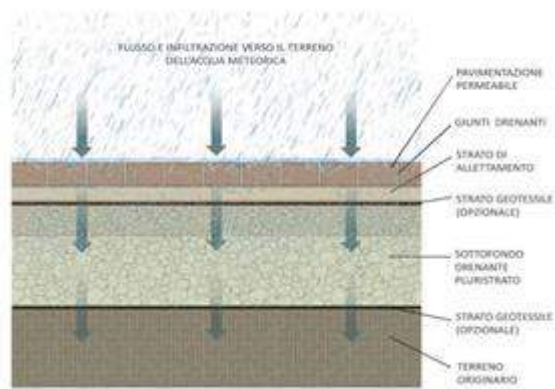
La granulometria del suolo cresce dall'alto verso il basso.



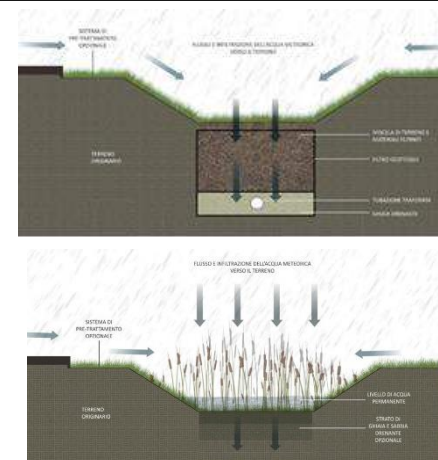
**U2 Raccolta delle acque piovane
(Rainwater harvesting)**



**U3 Superfici permeabili
(Pervious pavement)**



**U4 Canali vegetali
(Swales)**

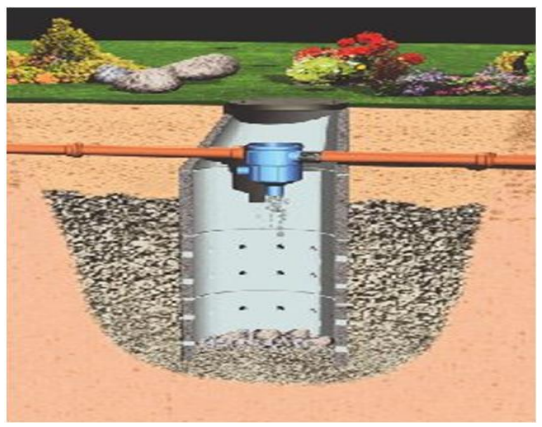
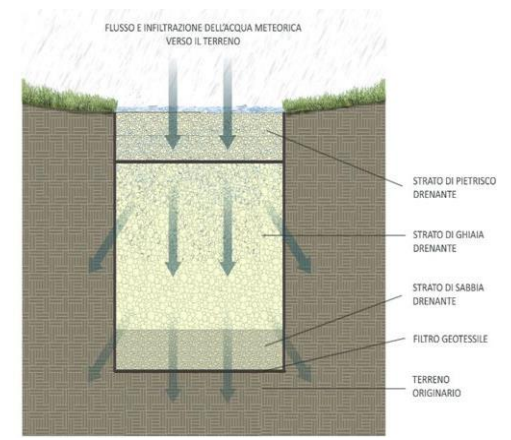
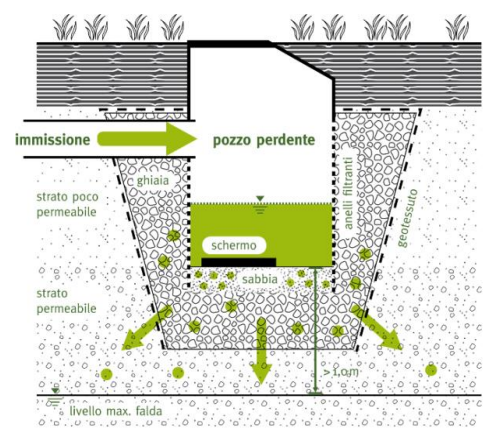
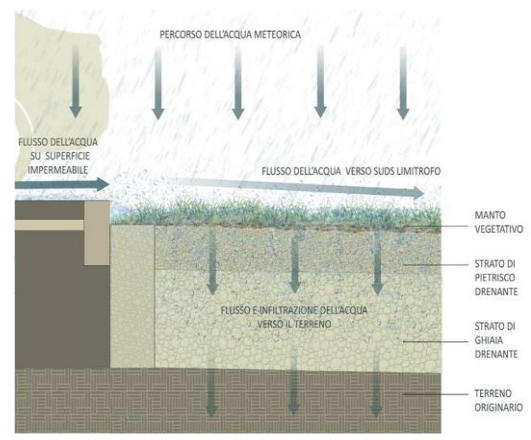




U6 Fasce filtranti (Filter strips)

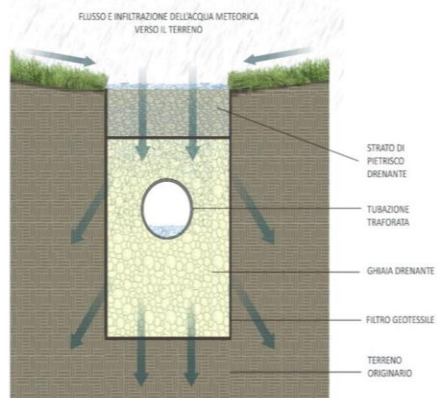
U7 Pozzi perdenti (Soakaways)

U8(A) Trincee drenanti (Infiltration trenches)





**U8(B) Dreni filtranti
(Filter drains)**



**U8(C) Box alberati filtranti
(Tree box filters)**

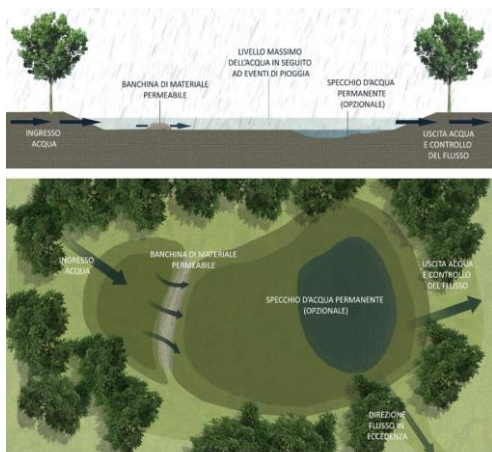


**U9 Aree di bioritenzione vegetata
(Bioretention areas)**

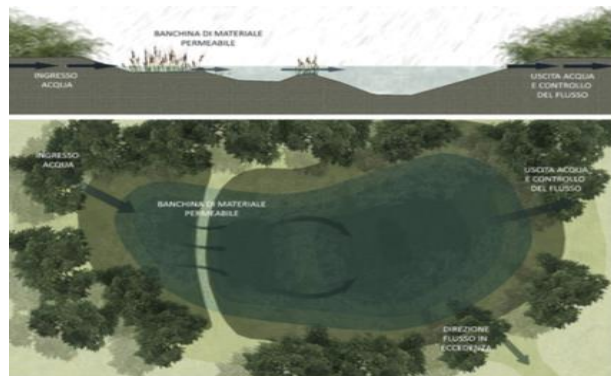




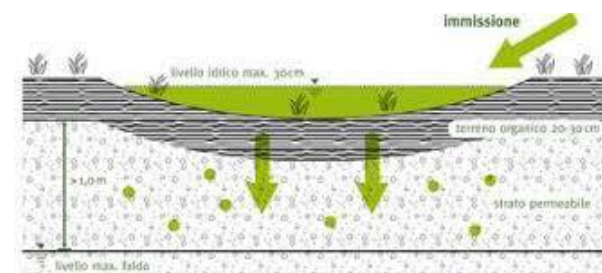
U10 Bacini di detenzione (Detention basins)



U11 Stagni e zone umide/fitodepurazione (Ponds and Wetlands)



U12 Bacini di infiltrazione (Infiltration basins)



WP 3 – The use of porous pavement and rain garden to promote hydraulic best management practices



OT 1.2 Monitoring

- RGs performance (retained volume, peak flow reduction, runoff delay) in the Mediterranean climate will be tested
- Sites will be equipped with sensors for on-site hydrological, hydraulic and flow (inlet and outlet) rate measurements.
- Sites will be equipped with a meteorological station.

WP 3 – The use of porous pavement and rain garden to promote hydraulic best management practices



WP 4 – The role of Green Roofs to attenuate storm water runoff and to mitigate environmental pollution

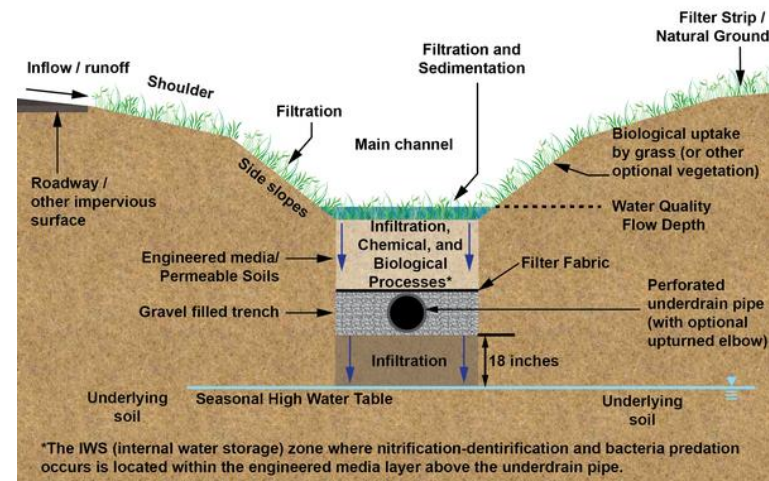
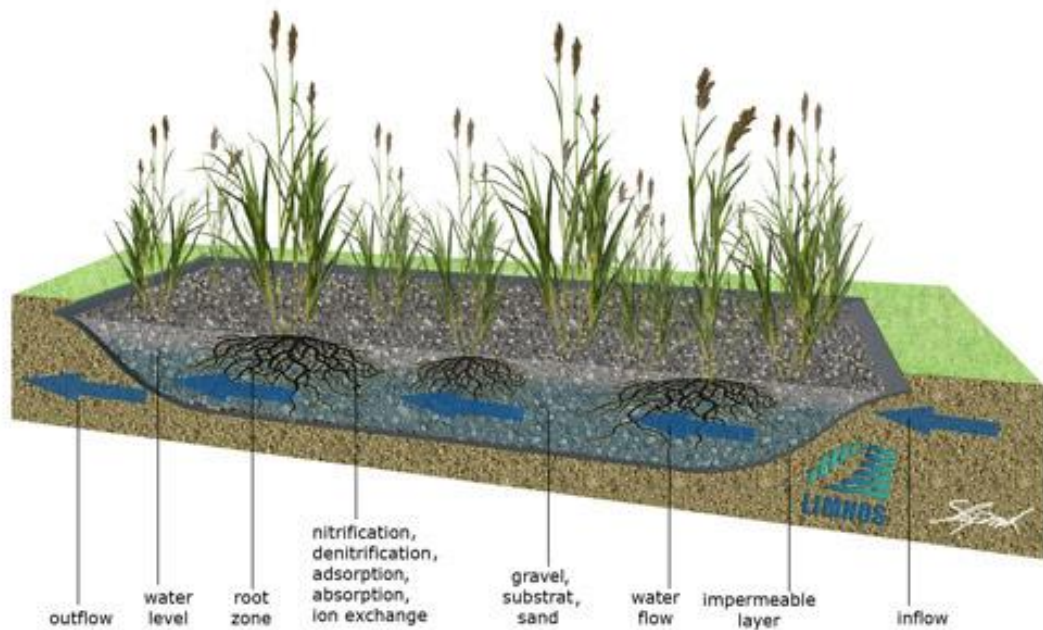
3. Target urban area in Sicily: 900 m² of Green Roof at Di3A





NBS per il trattamento delle acque

- **Fossati vegetati o «swales»:** Sistemi di pre-trattamento per la rimozione di alcuni inquinanti dalle acque da deflusso superficiale

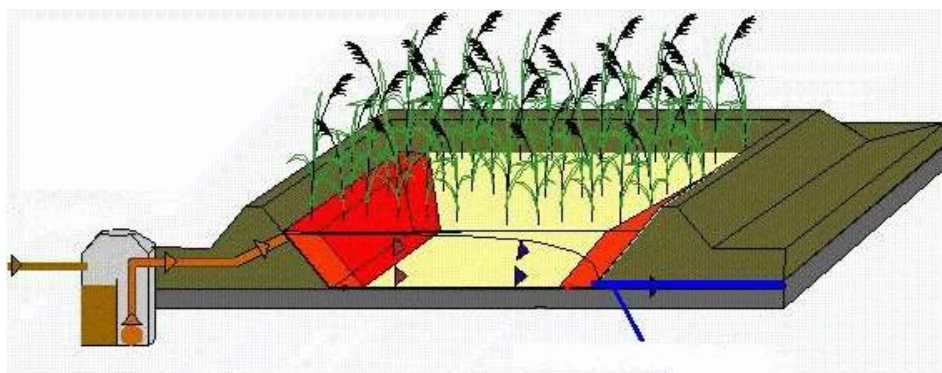


- **Impianti di fitodepurazione o «constructed wetlands»**

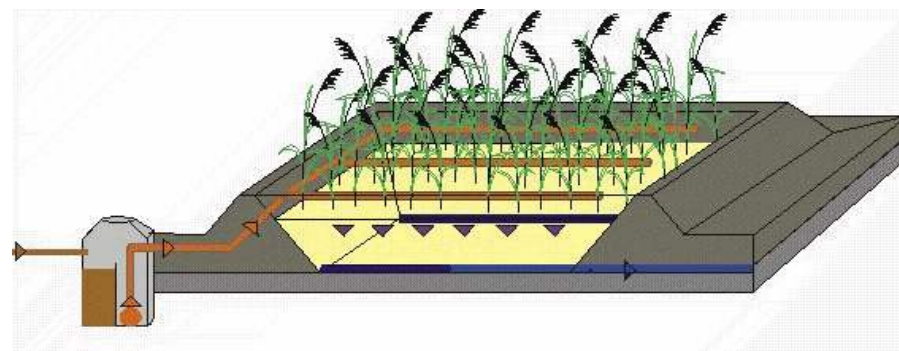
Ambienti controllati, i processi depurazione naturale caratteristici delle zone umide e ottenuti prevalentemente dall'azione combinata di: **suolo, vegetazione e microrganismi**



NBS per il trattamento delle acque

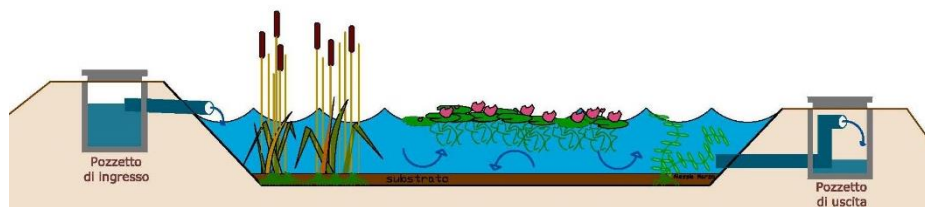


Sistema a flusso sommerso orizzontale (H-SSF)



Sistema a flusso sommerso verticale (V-SSF)

- **Impianti di fitodepurazione o «constructed wetlands»**



Progettazione:

- Idraulica
- Substrato filtrante
- Vegetazione

Impianti singoli o combinati = multistadio



Sistema a flusso subsuperficiale orizzontale - HSSF



(fonte IRIDRA)



Sistema H-SSF + FWS



(fonte G. Cooper)



Fitodepurazione – outdoor nei parchi



Sidwell Friends School, **Washington DC**

Sistemi outdoor per la fitodepurazione delle acque grigie (Docce, WC...)

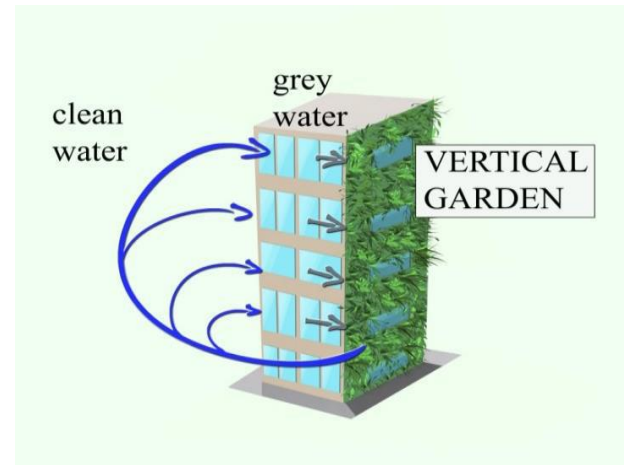
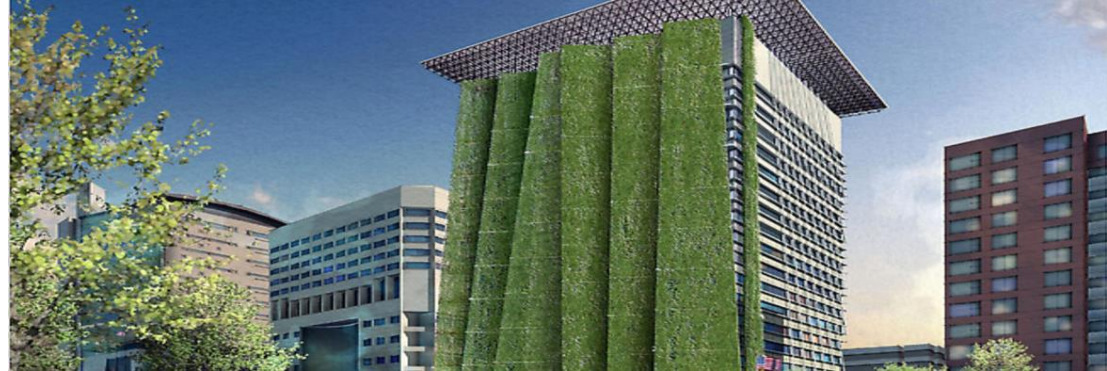




Fitodepurazione – Pareti verdi



Hostel campus of the College of Engineering, Pune (India): impianto pilota





Fitodepurazione - indoor



San Francisco Public Utilities Commission: la "Living Machine", fitodepurazione indoor per il riciclo acque grigie nei WC e per l'irrigazione



Fitodepurazione – Tetti verdi





L'impianto dei trattamento dei reflui prodotti dall'IKEA Catania (SBR + CW)





Fase di costruzione letti..





Impianto IKEA store
di Catania

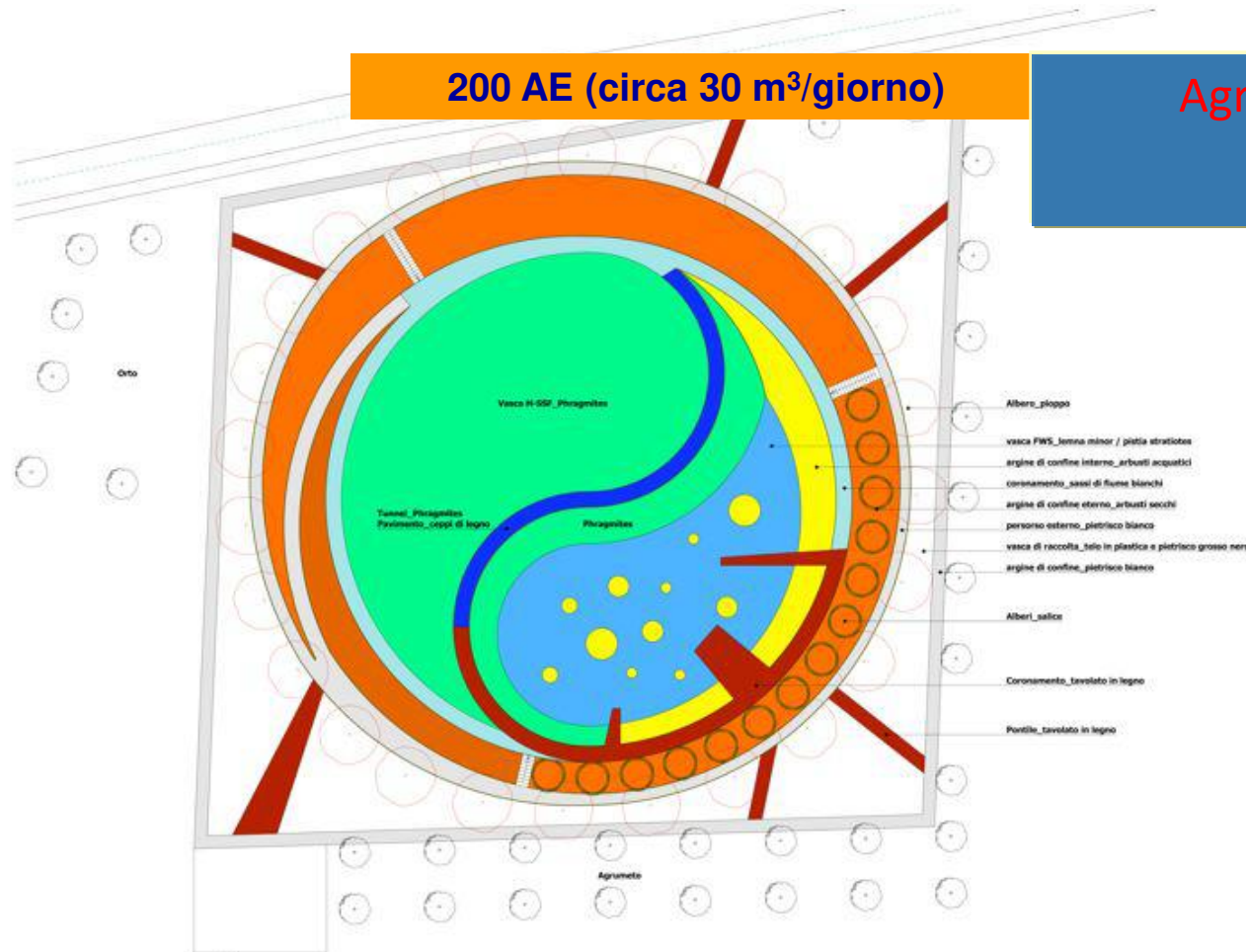


200 AE (circa 30 m³/giorno)

Agriturismo Valle dei Margi

Grammichele - CT

Trattamento di acque
nere – servizi igienici,
cucine, centro benessere



Progetto realizzato dal Prof. Marco Navarra e dal prof. Giuseppe Luigi Cirelli



Agriturismo Valle dei Margi





Cantina Marabino (Noto, SR)

**Trattamento di reflui
enologici – filiera
produttiva vitivinicola**



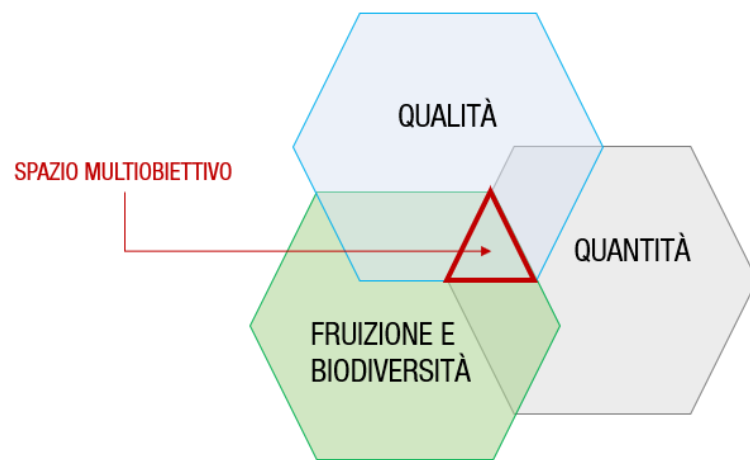
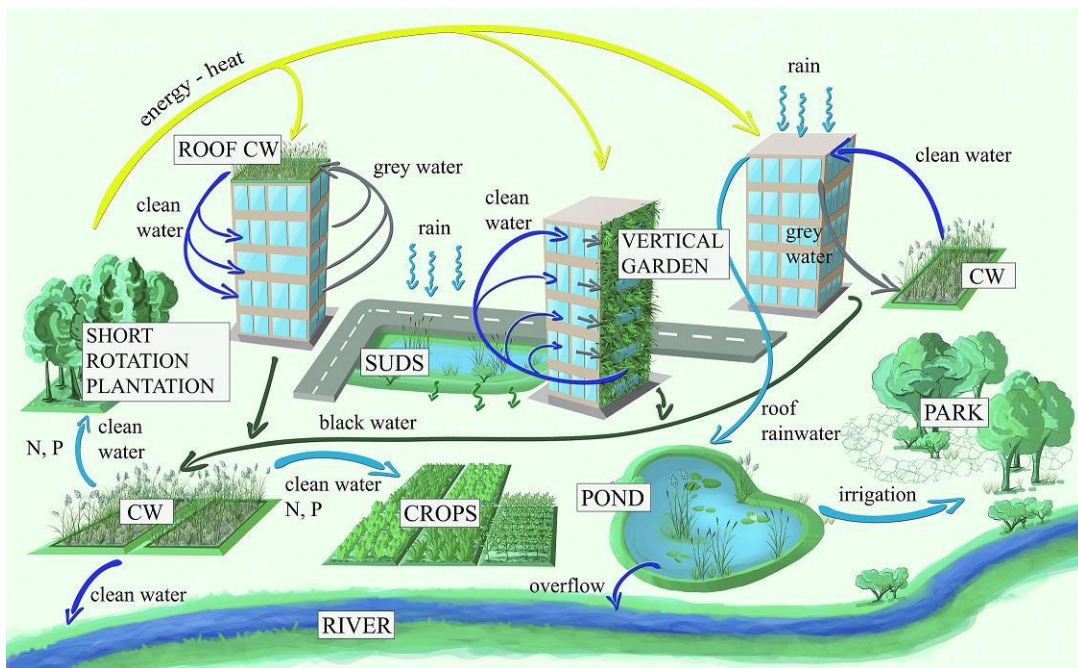
**Reflui agroindustriali, tutte le potenzialità della
fitodepurazione**

La fitodepurazione naturale può costituire una soluzione efficiente e sostenibile per il trattamento delle acque reflue dei piccoli e medi insediamenti agro-industriali (cantine, oleifici, caseifici, ecc.), e degli insediamenti agro-rurali (allevamenti zootecnici, agriturismi, ecc.).

E' quanto sostengono gli studiosi che hanno preso parte al workshop che si è tenuto nei giorni scorsi a Noto, nell'azienda agricola Marabino, dove è stato anche inaugurato un impianto



La pianificazione, programmazione,, progettazione, realizzazione, gestione e monitoraggio delle INFRASTRUTTURE VERDI per la gestione dei deflussi



Dall'approccio multi-obiettivo deriva la multi-disciplinarietà in funzione della complessità servono diverse professionalità (Ingegnere idraulico e ambientale, Architetto / paesaggista, Pianificatore, Geologo, Agronomo, Biologo, Chimico, ecc..)



QUADERNI CSEI Catania

III SERIE VOL. 17

INFRASTRUTTURE VERDI PER LA GESTIONE DELLE ACQUE: CRITERI E CASI STUDIO

FELICIANA LICCIARDELLO
LIVIANA SCIUTO
SALVATORE BARBAGALLO
SIMONA CONSOLI
GIUSEPPE LUIGI CIRELLI

 **CSEI Catania**
Centro Studi di Economia
applicata all'Ingegneria

Copia del seguente manuale può essere scaricata
direttamente dal sito web del CSEI Catania

www.cseicatania.com

<https://www.gifluid.eu/>

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

giuseppe.cirelli@unict.it

L'attività di ricerca è stata svolta nell'ambito del progetto di ricerca GIFLUID



Interreg
Italia-Malta
giffluid

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
European Regional Development Fund



UNIONE EUROPEA
EUROPEAN UNION

SEGUITECI su :

<https://www.giffluid.eu/>

<https://www.facebook.com/GiFluid>