



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



OPENDISTAL  
20 SETTEMBRE

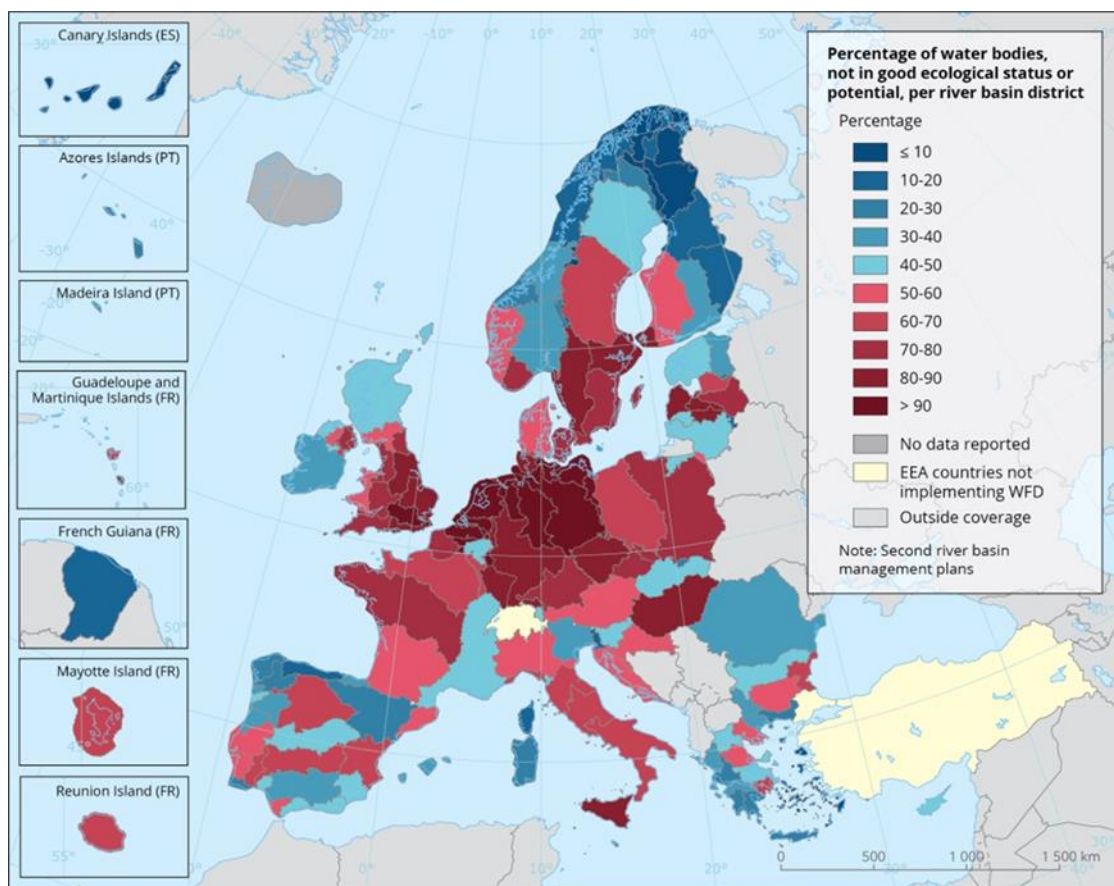
# Sistemi di fitodepurazione per il miglioramento della qualità dell'acqua

**Stevo Lavrnić**

*Gruppo di Idraulica agraria e sistemazioni idraulico-forestali*  
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-ambientali

# Introduzione

- In certe zone la qualità dell'acqua è diventata un fattore limitante per l'utilizzazione dell'acqua, con gravi conseguenze sulle attività umane o produttive, nonché un problema ambientale.



- Per inquinamento idrico si intende il degrado della qualità dell'acqua causato dall'immissione di sostanze che ne alterano le caratteristiche e che ne impediscono il normale utilizzo.
- Il JRC ha individuato oltre 2.700 composti utilizzati da tempo, in gran parte ancora non regolamentati, che hanno il potenziale di causare effetti avversi sull'ambiente e sulla salute umana.
- È imperativo affrontare l'inquinamento idrico come una questione cruciale, richiedendo un impegno collettivo e coordinato al fine di sviluppare strategie efficaci che garantiscano la protezione delle risorse idriche e promuovano pratiche sostenibili.



# Introduzione

- Il Green Deal della Commissione europea mira a rendere l'Europa il primo continente a impatto climatico zero, con uno degli obiettivi specifici focalizzato sulla qualità dell'acqua.
- L'iniziativa propone diverse azioni per la salvaguardia della biodiversità degli ecosistemi acquatici e la riduzione degli inquinanti tradizionali (es. nutrienti del settore agricolo) e quelli emergenti (es. microplastiche, farmaci).

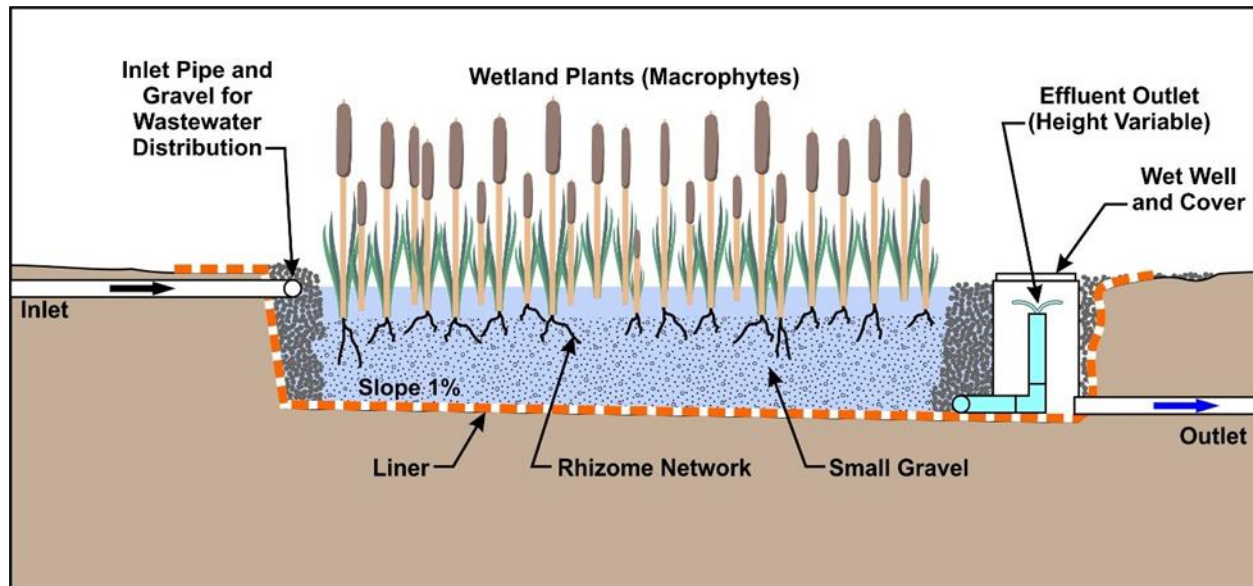


- Allo stesso tempo, l'Unione Europea ha avviato diverse iniziative per promuovere l'utilizzo delle soluzioni basate sulla natura (NbS), riconoscendo il loro potenziale nel contrastare i cambiamenti climatici e nel ripristinare gli ecosistemi.
- Le NbS sono economicamente sostenibili e forniscono simultaneamente benefici ambientali, sociali ed economici, contribuendo ad aumentare la resilienza complessiva di un territorio.
- L'importanza delle NbS nel miglioramento della qualità dell'acqua e nel trattamento delle acque inquinate è fondamentale, poiché queste soluzioni possono ridurre l'inquinamento attraverso tecniche come la fitodepurazione e la creazione di zone umide.



# Sistemi di fitodepurazione

- Negli ultimi decenni sono stati sviluppati sistemi ingegnerizzati che sfruttano la capacità di autodepurazione naturale degli ecosistemi acquatici per depurare le acque reflue.
- A livello internazionale questi sistemi sono noti come *constructed wetland* (zone umide costruite) mentre in Italia si utilizza il termine sistemi di fitodepurazione.
- I sistemi di fitodepurazione vengono utilizzati per trattare diversi tipi di acque inquinate, provenienti sia dalle sorgenti di inquinamento puntiforme che da inquinamento diffuso.



- Gli impianti di fitodepurazione si possono usare sia come un singolo stadio di trattamento, sia in combinazione con altre unità del ciclo di trattamento nel caso di reflui particolarmente inquinati.
- Una delle applicazioni più comuni in Italia è il trattamento secondario dei reflui domestici o il trattamento terziario a valle di un sistema convenzionale.

## Caratteristiche di sistemi di fitodepurazione

- Gli impianti di fitodepurazione presentano numerose caratteristiche tali da renderli buone soluzioni per il trattamento delle acque, essendo una tecnologia con le seguenti caratteristiche:
  - ❖ una ridotta e facile manutenzione che può essere eseguita da personale non specializzato
  - ❖ la formazione di un'area verde perennemente irrigata e di piacevole aspetto
  - ❖ bassi costi operativi e un elevato potere depurante



## Caratteristiche di sistemi di fitodepurazione

- Gli impianti di fitodepurazione presentano numerose caratteristiche tali da renderli buone soluzioni per il trattamento delle acque, essendo una tecnologia con le seguenti caratteristiche:
  - ❖ una ridotta e facile manutenzione che può essere eseguita da personale non specializzato
  - ❖ la formazione di un'area verde perennemente irrigata e di piacevole aspetto
  - ❖ bassi costi operativi e un elevato potere depurante
- Essi sono conformi alla definizione di trattamento appropriato fornita dal decreto ambientale D.L. 152/06: *“per trattamento appropriato si intende un sistema che, dopo lo scarico, garantisca la conformità dei corpi idrici recettori ai relativi obiettivi di qualità. I trattamenti appropriati devono essere individuati con l'obiettivo di:*
  - ❖ *sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico ed organico*
  - ❖ *semplificare la manutenzione e la gestione*
  - ❖ *minimizzare i costi gestionali”*



# Progetti di ricerca del Gruppo di Idraulica agraria e sistemazioni idraulico- forestali



Safe and sustainable solutions for the integrated use of non-conventional water resources in the Mediterranean agricultural sector (FIT4REUSE)

Tecnologie e processi per l'abbattimento di inquinanti e la bonifica di siti contaminati con recupero di materie prime e produzione di energia totally green (TARANTO)



Water retention and nutrient recycling in soils and streams for improved agricultural production (WATERAGRI)

Climate adaptation and resilience demonstrated in the Mediterranean region (CARDIMED)

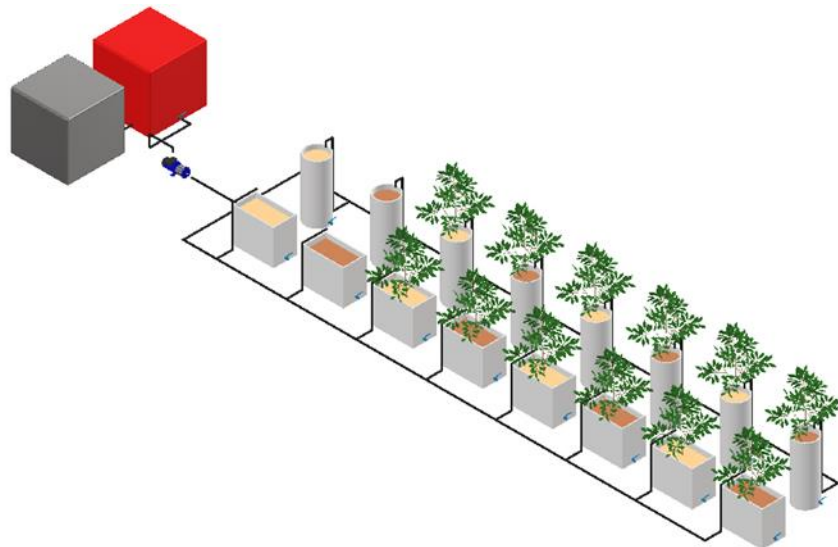


Future agricultural resource management and water innovations for a sustainable Europe (FARMWISE)

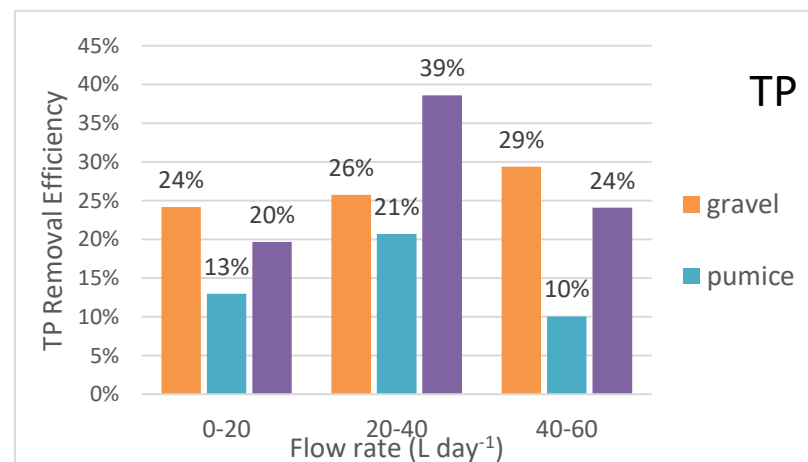
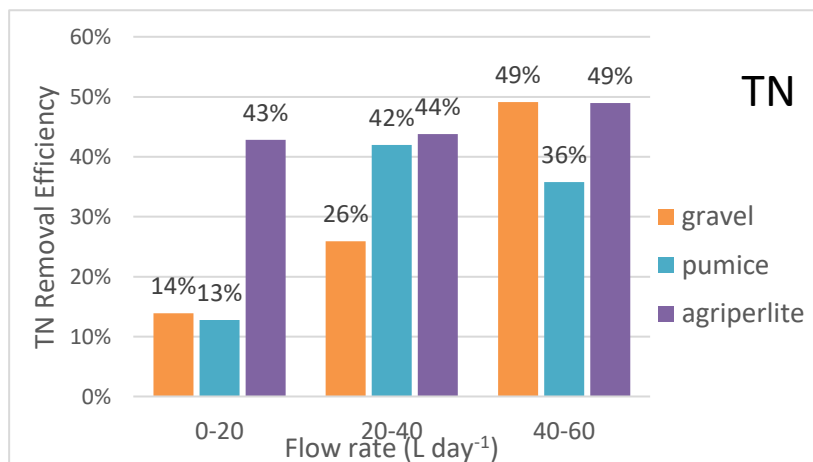
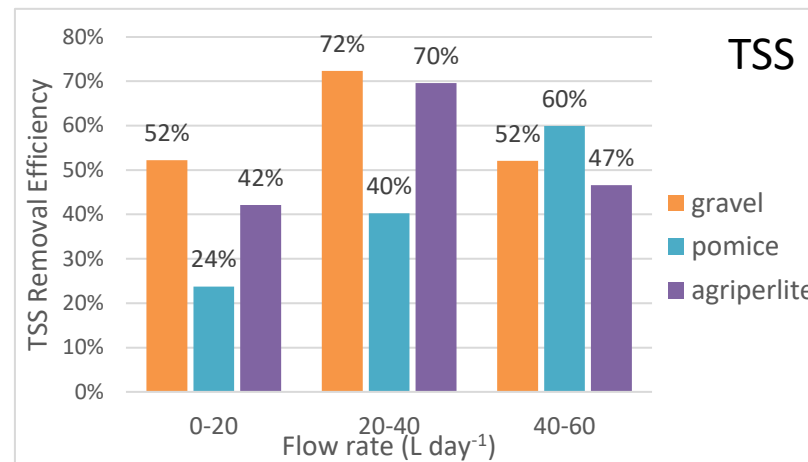
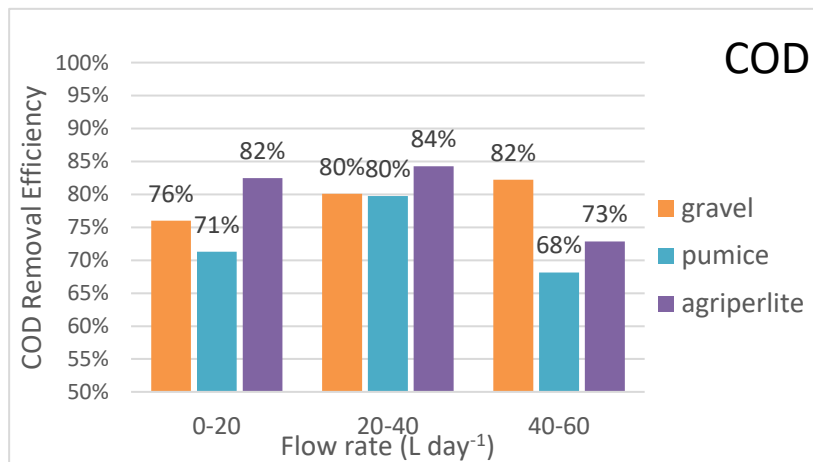


# Progetto FIT4REUSE

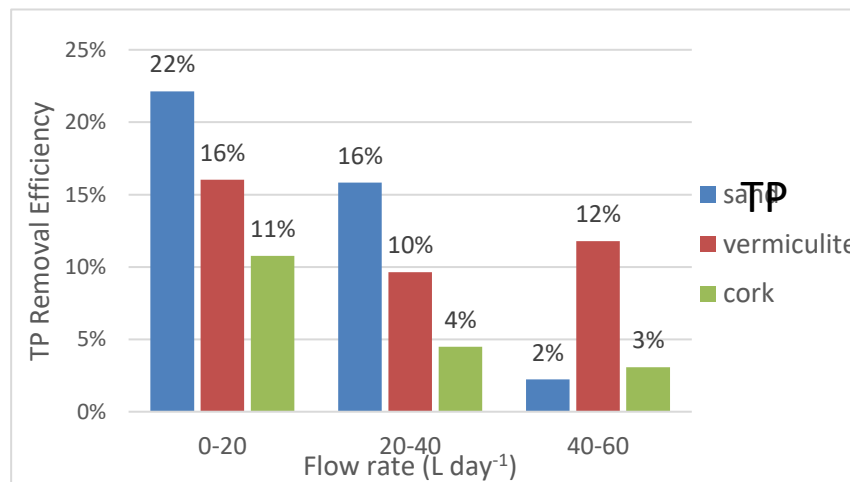
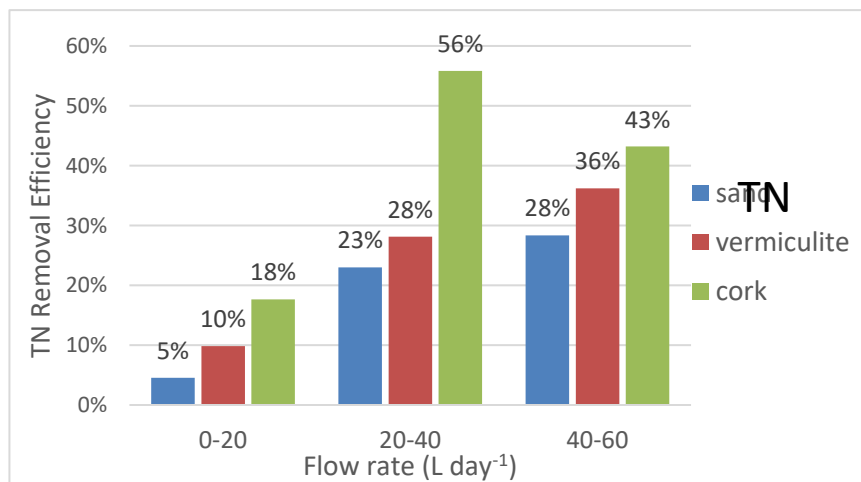
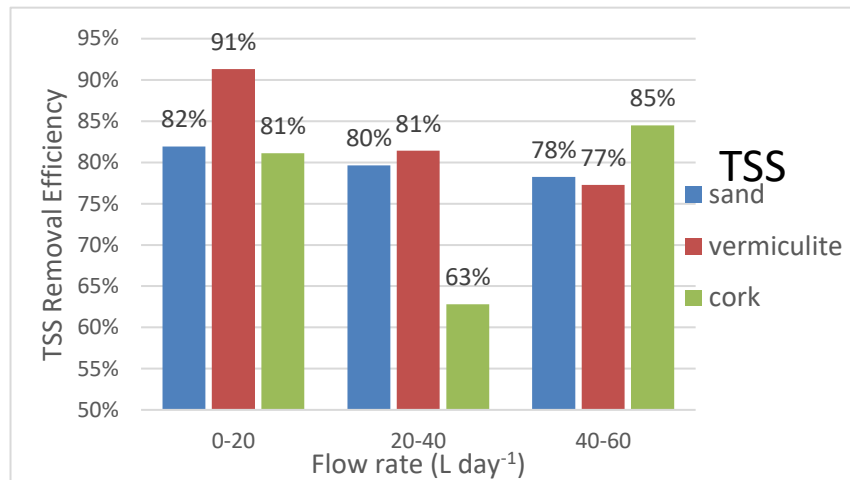
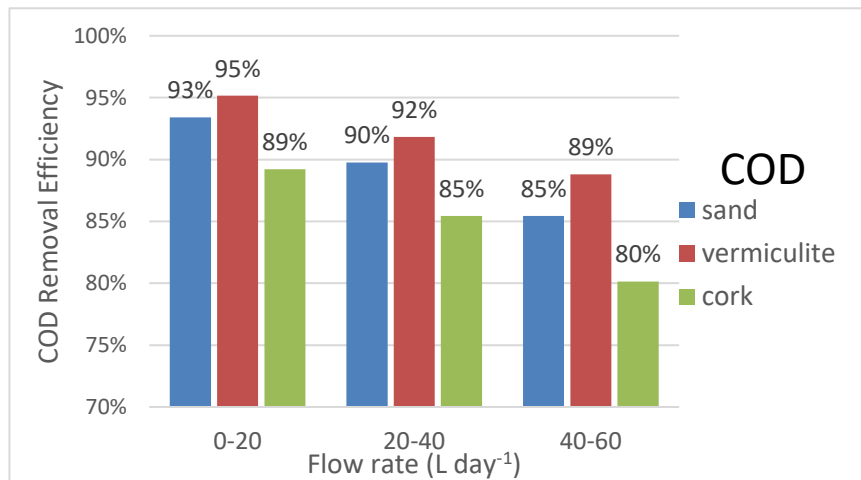
- Il progetto FIT4REUSE ha avuto l'obiettivo di fornire soluzioni innovative e sostenibili per l'utilizzo di risorse idriche non-convenzionali (es. acque reflue depurate, acque desalinizzate) ai fini irrigui nel bacino del Mediterraneo.
- L'impianto pilota ubicato a Granarolo dell'Emilia è stato composto da 6 sistemi orizzontali e altrettanti verticali, ed è stato progettato per testare diversi materiali di riempimento, diverse combinazioni delle unità di trattamento e differenti parametri operativi.
- L'obiettivo è stato quello di trattare le acque reflue in conformità con i parametri richiesti dalla normativa vigente, per il loro riutilizzo sicuro in agricoltura.







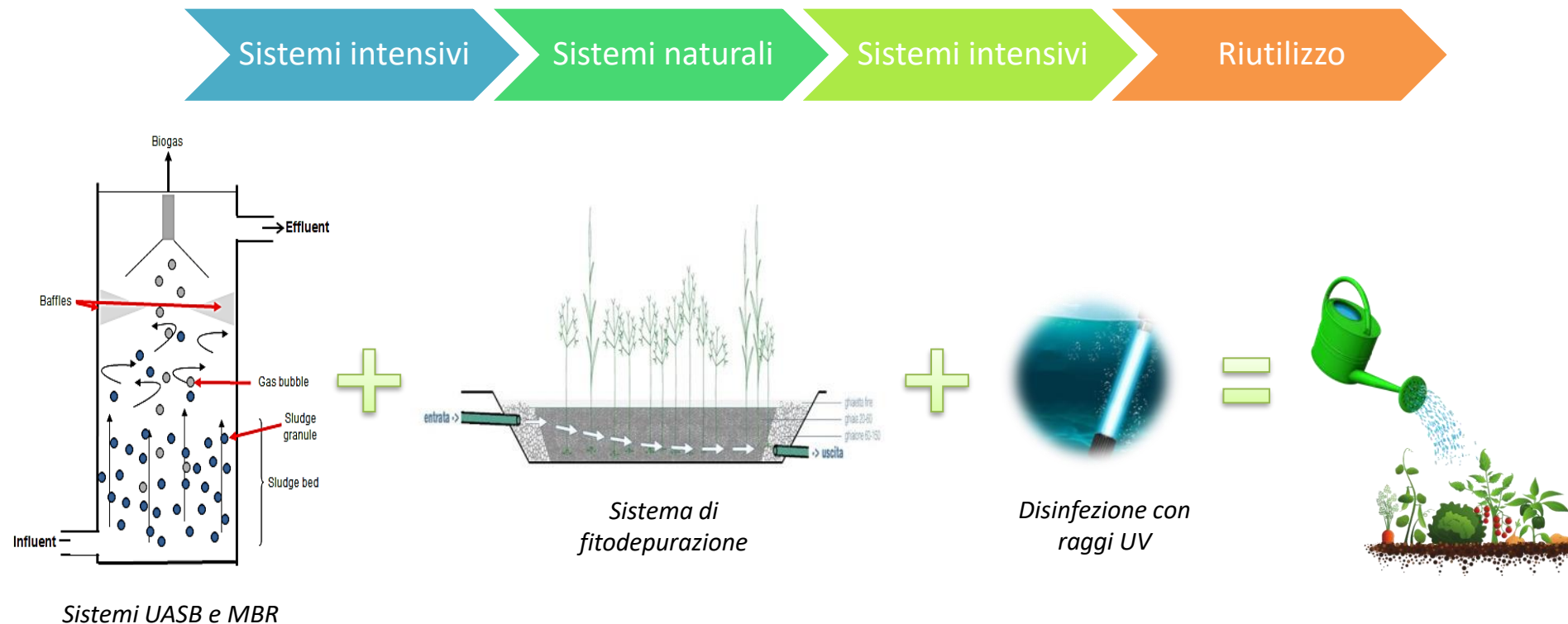
Tassi di rimozione HF-SSF CWs



Tassi di rimozione  
VF-SSF CWs

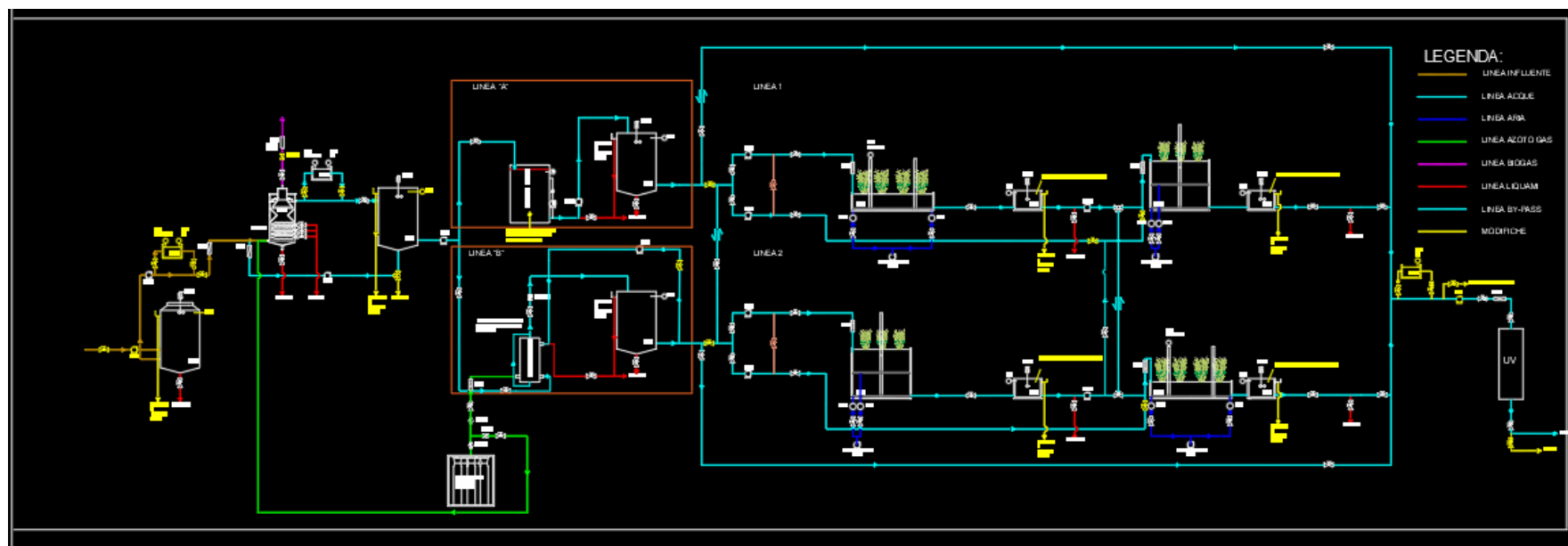
# Progetto TARANTO

L'utilizzo di NBS (fitodepurazione) in combinazione con sistemi intensivi può portare ad un miglioramento della qualità delle acque trattate, favorendone il loro riutilizzo ai sensi del nuovo Regolamento EU (diverse classi di qualità delle acque).



# Progetto TARANTO

L'utilizzo di NBS (fitodepurazione) in combinazione con sistemi intensivi può portare ad un miglioramento della qualità delle acque trattate, favorendone il loro riutilizzo ai sensi del nuovo Regolamento EU (diverse classi di qualità delle acque).



Sezione accumulo  
e/o  
sedimentazione

UASB

Unità di filtrazione:  
-Gravity filter  
-AnMBR

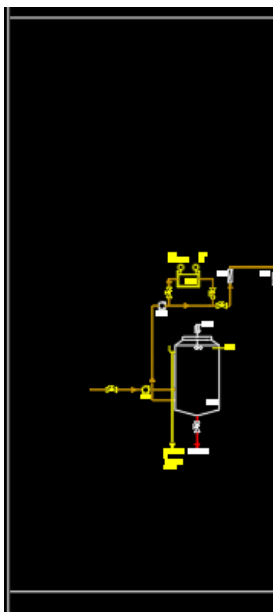
Sistemi di  
fitodepurazione

Sistema a raggi  
UV

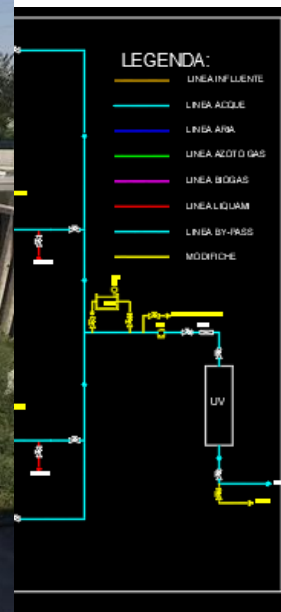
# Progetto TARANTO



L'utilizzo di NBS (fitodepurazione) in combinazione con sistemi intensivi può portare ad un miglioramento della qualità delle acque trattate, favorendo il loro utilizzo in agricoltura. Progettazione E.U. (diverse classi di qualità delle acque).



Sezione accumulazione  
e/o  
sedimentazione



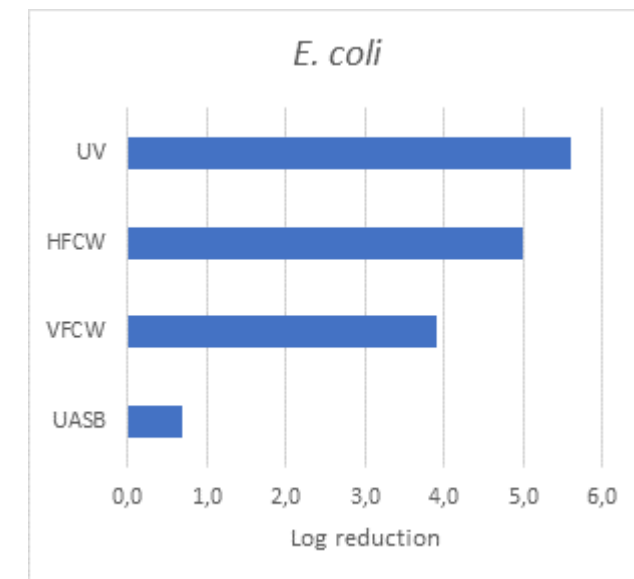
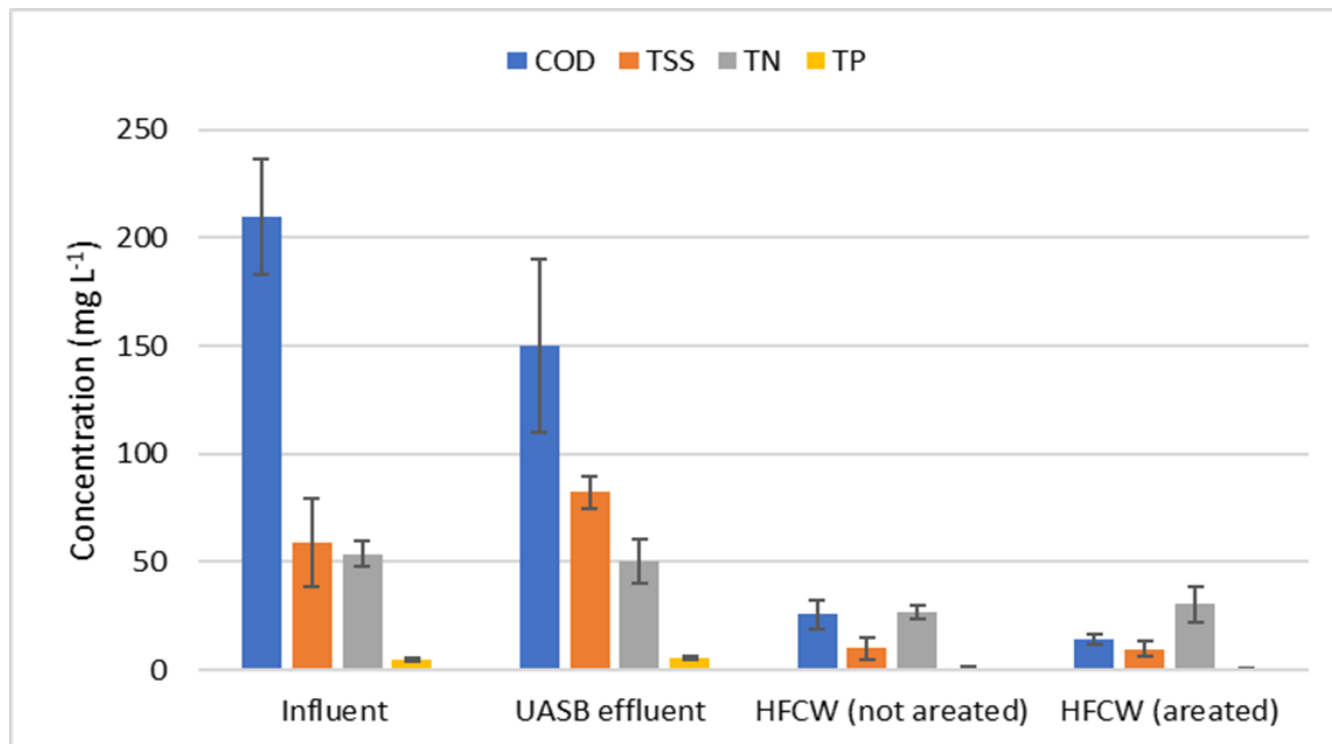
Sistema a raggi  
UV



# Progetti TARANTO e FIT4REUSE



- Per ciascuno dei parametri testati, le concentrazioni dell'effluente sono risultate inferiori ai limiti stabiliti dalle linee guida italiane ed europee per il riutilizzo delle acque reflue.
- I risultati evidenziano prestazioni particolarmente buone dei sistemi di fitodepurazione, con un'efficienza di rimozione che raggiunge fino al 93,3%, 83,4%, 43,5% e 85,2% per COD, TSS, TN e TP, rispettivamente.



# Progetto WATERAGRI



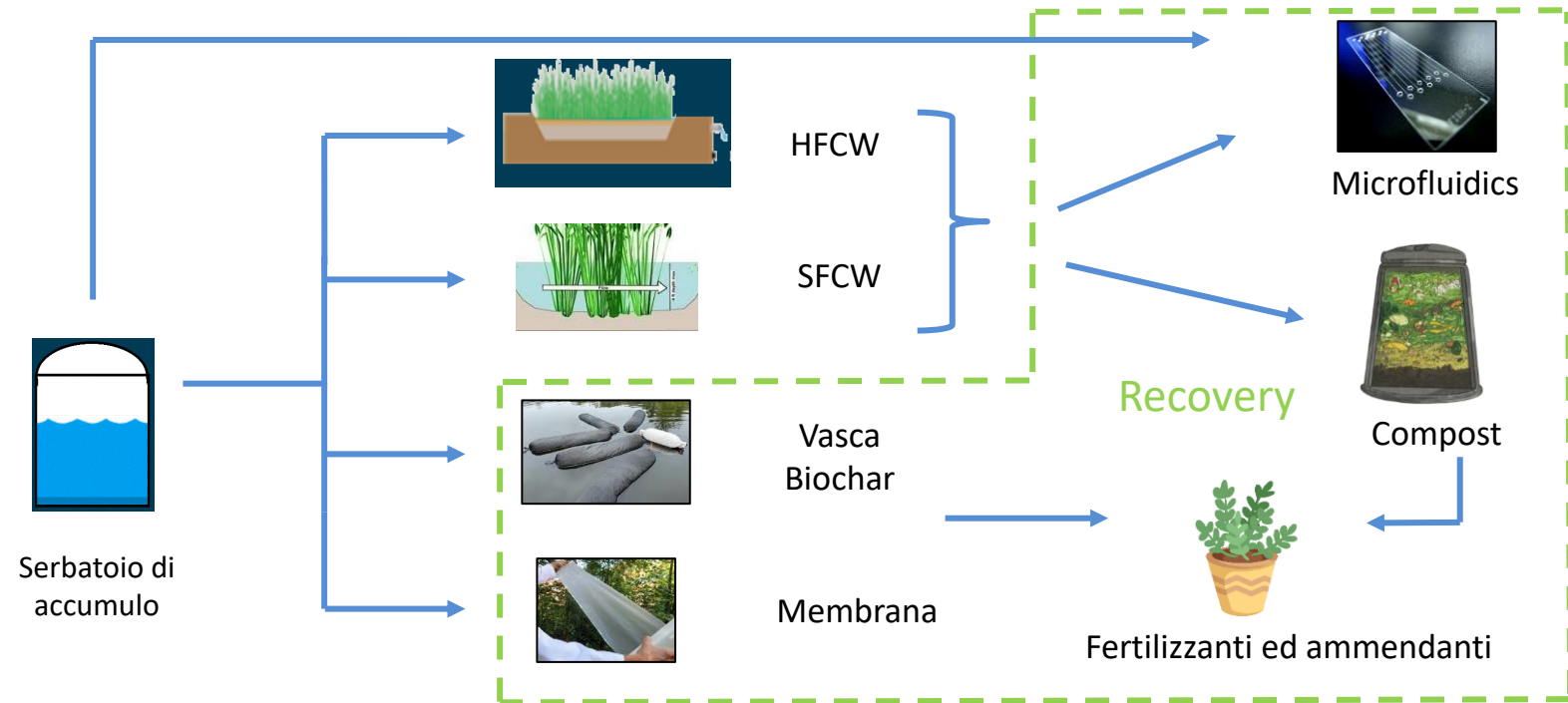
- L'obiettivo principale di WATERAGRI era reintrodurre e migliorare soluzioni per la ritenzione idrica e il riciclo dei nutrienti al fine di consentire una produzione agricola in grado di sostenere la crescita della popolazione e affrontare le sfide legate ai cambiamenti climatici.
- Il progetto ha testato soluzioni tradizionali di drenaggio e irrigazione, così come soluzioni basate sulla natura (es. sistemi di fitodepurazione, sistemi di drenaggio), nel paesaggio agricolo, per migliorare ritenzione sia dell'acqua che dei nutrienti.



# Progetto WATERAGRI



I sistemi di fitodepurazione possono essere combinati con altre tecniche sostenibili e performanti al fine di aumentare le efficienze di trattamento e chiudere il ciclo del riuso.





# Progetto FARMWISE



- FARMWISE ha l'obiettivo di trasformare il settore agricolo europeo, potenziandolo con un sistema di supporto decisionale innovativo, che combini l'agricoltura di precisione, l'intelligenza artificiale e il telerilevamento.
- FARMWISE svilupperà degli strumenti basati sull'intelligenza artificiale per una politica europea sull'acqua più efficiente e introdurrà decisioni basate su tecnologie di ricerca, con l'unico obiettivo di risolvere i problemi più urgenti legati all'inquinamento dell'acqua e ai cambiamenti climatici.

*sistema di fitodepurazione a  
flusso superficiale*

*scala reale: 0,4 ha*

*sistema maturo: costruito nel  
2000*

*tratta le acque di drenaggio  
agricolo*

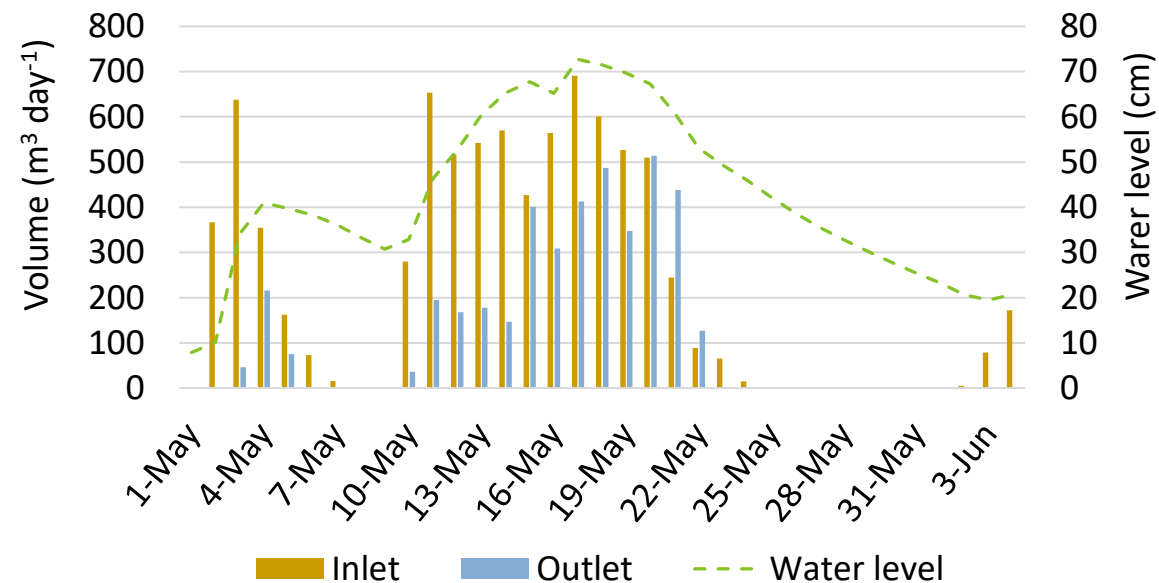


## Funzionamento durante un evento estremo

- Dalle intense precipitazioni verificatesi durante l'alluvione del maggio 2023 si possono trarre alcune conclusioni significative.
- Tra il 1 maggio e il 4 giugno 2023, le precipitazioni complessive nell'azienda agraria hanno raggiunto i 340 mm (la media annuale è di 770 mm).

*Nonostante l'elevata portata in entrata (massimo di 690 m<sup>3</sup> giorno<sup>-1</sup>) e il basso tempo di ritenzione idrica (media di 2,4 giorni) durante il periodo in cui si è verificato il 70% del deflusso, il sistema ha ottenuto efficienze di rimozione piuttosto elevate.*

COD	TSS	TN	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	TP
75%	64%	77%	90%	78%	88%



- Per quanto riguarda l'idrologia, durante l'evento menzionato, il sistema è riuscito a intercettare il 48% del deflusso totale prodotto nell'azienda ed ha trattenuto il 56% dell'afflusso totale.



# Conclusioni

- I diversi sistemi analizzati e studiati dal gruppo di ricerca hanno evidenziato prestazioni notevoli nel trattamento di vari tipi di afflussi, con efficienze importanti.
- Tuttavia, le efficienze di rimozione possono variare a seconda delle specifiche condizioni operative e dei contaminanti presenti.
- È fondamentale quindi ottimizzare i sistemi di fitodepurazione per la rimozione di diversi parametri, nonché esplorare il loro potenziale per la rimozione dei contaminanti emergenti.
- Integrazione dei sistemi di fitodepurazione nei piani di gestione delle risorse idriche è cruciale per sfruttare molteplici benefici che tali sistemi possono offrire, non solo come strumenti di trattamento delle acque inquinate, ma anche come habitat ecologici e mezzi per la conservazione della biodiversità.





ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**Credits:**

**Stevo Lavrnić**

stevo.lavrnica@unibo.it



[www.unibo.it](http://www.unibo.it)