



# Protezione delle fonti di acqua potabile dai bioreattori: una soluzione innovativa al problema dei pesticidi nell'ambiente

L'agricoltura intensiva, anche quando vengono seguite le buone pratiche agricole, molto spesso porta alla **contaminazione da pesticidi del suolo, delle acque superficiali e delle acque sotterranee**. Le fonti d'acqua utilizzate per la produzione di acqua potabile sono quindi spesso colpite.

Il risultato è la progressiva messa al bando di pesticidi comprovati, efficaci ma persistenti nell'ambiente, insieme al peggioramento della qualità dell'acqua.

Questo, a sua volta, comporta **ingenti investimenti nelle tecnologie di trattamento delle acque per garantire che l'acqua potabile soddisfi gli standard di legge**. I bioreattori passivi per la denitrificazione in situ, facili da mantenere e a basso costo, potrebbero essere una soluzione a questa situazione. Questi bioreattori sono già stati utilizzati con successo in alcuni paesi (ad esempio negli Stati Uniti) per rimuovere altri tipi di inquinamento agricolo direttamente nel punto di origine, impedendone così l'ulteriore diffusione nell'ambiente.

## Nitrati e bioreattori denitrificanti

I bioreattori a cippato denitrificante sono una tecnologia di trattamento in container relativamente semplice, originariamente destinata alla rimozione dei nitrati dai deflussi agricoli.

Utilizzano supporti in trucioli di legno come fonte di carbonio organico biodisponibile per promuovere la denitrificazione, che converte i nitrati ad azoto gassoso, il componente naturale predominante dell'atmosfera.

**I vantaggi dell'utilizzo di bioreattori a cippato per la denitrificazione sono i bassi costi di acquisizione e di gestione, la manutenzione minima, la lunga durata e il basso consumo di suolo.** In alcuni siti, questi bioreattori sono stati utilizzati per più di 15 anni senza interventi importanti e con il riempimento originale, raggiungendo ancora alti tassi di denitrificazione.



Figura 1: Un esempio reale di bioreattore semi-operativo installato.

## Progetto di ricerca ALS

**Scopo:** verificare l'utilizzabilità dei bioreattori denitrificanti a cippato di legno per la rimozione simultanea dei nitrati e pesticidi presenti nelle acque di dilavamento superficiali delle aree agricole.

L'obiettivo del progetto di ricerca è la **"Valutazione completa della contaminazione del suolo con pesticidi e bonifica in situ per eliminare il loro ingresso nelle acque sotterranee"**.

Il progetto, realizzato sotto la guida di ALS e in collaborazione con altri istituti di ricerca, sarà in essere fino al 2025.

## Unità semi-operativa e rimozione prevista dei pesticidi

Precedenti progetti di ricerca di ALS e dei suoi partner hanno mappato a fondo e identificato i siti che, in termini di presenza di pesticidi, sono stati problematici per lungo tempo. È stata messa in funzione un'unità semi-operativa del bioreattore a cippato per la denitrificazione.

L'unità utilizza come materia prima il cippato di pioppo, che ha dato buoni risultati a questo scopo, ed è dotata di campionatori automatici, sensori che misurano i parametri fisici e chimici di base e una stazione dati con trasmissione in linea.

Nel caso dei pesticidi, nell'area del bioreattore sono previsti diversi meccanismi di decontaminazione, i più importanti dei quali saranno l'assorbimento e la decomposizione microbica. L'obiettivo del progetto è quello di suggerire le condizioni operative del

bioreattore in modo tale da facilitare al massimo i processi naturali di degradazione microbica dei pesticidi, oppure sostenere questi processi intervenendo attivamente sulla composizione fisico-chimica del bioreattore e sulla sua microflora.

## Caso di studio: Monitoraggio dei pesticidi in campioni di suolo dell'Europa centrale

Nel giugno 2023, il monitoraggio dei pesticidi nei terreni agricoli e nelle acque superficiali circostanti è stato condotto da 45 siti in tutta l'Europa centrale.

La gamma di sostanze mirate determinate si basava su un'analisi dei rischi preparata tenendo conto del consumo di pesticidi e delle loro caratteristiche di rischio come tossicità e persistenza. Sono stati utilizzati metodi analitici basati sulla cromatografia liquida accoppiata alla spettrometria di massa tandem (UPLC-MS/MS) per determinare un'ampia gamma di sostanze pesticida attive e dei loro metaboliti (rispettivamente 308 e 352 parametri).

I risultati sono riepilogati nella Figura 2.

In tutti i campioni di terreno raccolti sono stati rilevati pesticidi compresi tra 0,01 e 0,73 mg/kg DW (peso secco del terreno). Il gruppo di gran lunga più abbondante era quello dei pesticidi a base di glifosato, ovvero l'erbicida glifosato e soprattutto il suo metabolita AMPA (acido amminometilfosfonico), le cui concentrazioni totali variavano da 0,01 a 0,46 mg/kg DW in 36 dei 45 campioni raccolti e testati. Rispetto ai livelli e all'incidenza dei pesticidi in Europa, il glifosato e l'AMPA appartengono ai composti pesticidi rilevati più frequentemente e in generale con le concentrazioni più elevate.

Nei relativi campioni di acque superficiali, sono stati rilevati pesticidi in 43 dei 45 campioni analizzati, con concentrazioni comprese tra 0,01 µg/L e 14,1 µg/L. I pesticidi più abbondanti rilevati sono stati la cloroacetanilide e il glifosato.

## Misure di protezione nel paesaggio

Sulla base dei risultati ottenuti durante i test dell'unità semi-operativa del bioreattore di denitrificazione a cippato, sarà progettata e opportunamente dimensionata una misura lineare per il bacino modello per rimuovere direttamente i pesticidi nel punto di generazione e quindi impedire l'ulteriore diffusione.

## Legislazione europea

- **SUOLO:** Proposta COM (2023) 416 finale del 5 luglio 2023 di direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sul monitoraggio e la resilienza del suolo (Legge sul monitoraggio del suolo).
- **ACQUE SUPERFICIALI:** Direttiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008 sugli standard di qualità ambientale nel campo della politica delle acque, che modifica e successivamente abroga le direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513 /CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE e che modifica la Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio.
- **ACQUE SOTTERRANEE** Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- **ACQUA POTABILE:** Direttiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2020 sulla qualità delle acque destinate al consumo umano (rifusione).

## Riferimenti

- Schipper et al. (2010). Bioreattori denitrificanti - Un approccio per ridurre i carichi di nitrati nelle acque riceventi. *Ingegneria ecologica*, 36: 1532–1543. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2010.04.008.
- Vieira, D., Franco, A., De Medici, D., Martin Jimenez, J., Wojda, P., Jones, A.: Residui di pesticidi nei terreni agricoli europei – Risultati del modulo suolo LUCAS 2018. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea, Lussemburgo, 2023. DOI: 10.2760/86566, JRC133940

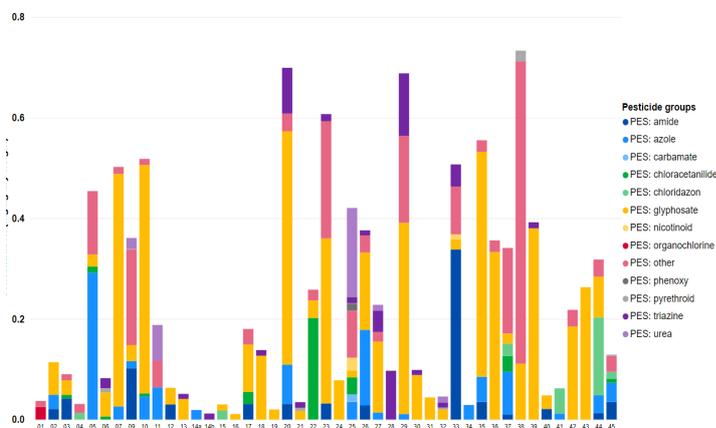


Figura 2: Risultati dei pesticidi rilevati nei campioni di terreno analizzato