



**Traduzione in lingua italiana  
dei riassunti degli articoli scientifici  
pubblicati da WATSON**

Tradotti da Istvan Gabor Hatvani usando il software DeepL Pro

Verificati da Francesca Scandellari

Editati da Francesca Scandellari

Report finale della COST Action CA19120: WATer isotopeS in the critical zONe from groundwater recharge to plant transpiration (WATSON)

<https://watson-cost.eu/>

© 2024, WATSON, Università di Firenze, Italia

Questa pubblicazione è basata sul lavoro dell'Azione COST WATSON CA19120, finanziata da COST (Cooperazione Europea per la Scienza e la Tecnologia)

COST è un'agenzia di finanziamento per reti di ricerca e innovazione. Le nostre azioni aiutano a collegare iniziative di ricerca in tutta Europa e consentono agli scienziati di far crescere le proprie idee condividendole con i loro pari. Ciò stimola la loro ricerca, carriera e innovazione.

[www.cost.eu](http://www.cost.eu)

## **Verso un quadro metodologico comune per il campionamento, l'estrazione e l'analisi isotopica dell'acqua nella Zona Critica per lo studio dell'uso dell'acqua da parte della vegetazione**

L'analisi della composizione degli isotopi stabili dell'idrogeno e dell'ossigeno in campioni di acqua provenienti da suolo e pianta può aiutare a identificare le fonti di assorbimento idrico della vegetazione. Questo approccio richiede che la natura eterogenea delle matrici vegetali e del suolo sia attentamente tenuta in considerazione durante la progettazione sperimentale, la raccolta dei campioni, l'estrazione dell'acqua e le analisi. La comparabilità e le carenze dei diversi metodi di estrazione dell'acqua e di analisi della composizione isotopica sono state discusse nella letteratura specializzata. Tuttavia, nonostante gli accurati confronti tra i metodi di estrazione e le metodologie di benchmarking dei laboratori di tutto il mondo, la comunità manca ancora di un protocollo condiviso che guidi la raccolta dei campioni, l'estrazione e le analisi isotopiche, e molte questioni pratiche per i potenziali utenti rimangono irrisolte: ad esempio, quale/i bacino/i idrico/i (del suolo o delle piante) rappresenta l'acqua estratta? Questi aspetti costituiscono un ostacolo per l'implementazione dell'approccio da parte dei ricercatori che si avvicinano a queste tecniche per la prima volta. In questo lavoro riassumiamo le discussioni condotte nell'ambito dell'azione COST WATSON ("WATER isotopes in the critical zONE: from groundwater recharge to plant transpiration" -CA19120). Forniamo linee guida per (1) il campionamento del suolo e del materiale vegetale per l'analisi isotopica, (2) i metodi per l'estrazione dell'acqua in laboratorio o in situ e (3) le misure della composizione isotopica. Sottolineiamo l'importanza di considerare la catena del processo nel suo complesso, dal disegno sperimentale all'analisi isotopica, per ridurre al minimo gli errori nella stima del contributo relativo delle diverse fonti d'acqua all'assorbimento idrico delle piante. Concludiamo riconoscendo alcuni limiti di questa metodologia e consigliando la raccolta di parametri ambientali chiave prima della raccolta dei campioni per le analisi isotopiche.

## Uso degli isotopi stabili per fornire informazioni per la gestione delle risorse idriche in ecosistemi forestali e agricoli

Gli esperti ritengono che le tendenze climatiche attuali e future possano alterare notevolmente [i flussi](#) e l'accumulo di [acqua](#) nel [ciclo idrologico](#). Inoltre, la domanda di acqua continua a crescere a causa dell'aumento dei prelievi e della crescita della popolazione. Una gestione sostenibile delle risorse idriche richiede una comprensione approfondita dell'immagazzinamento e del flusso dell'acqua negli ecosistemi naturali, agricoli e urbani. La misurazione degli isotopi stabili dell'acqua (idrogeno e ossigeno) nel ciclo dell'acqua (atmosfera, suolo, piante, acque superficiali e sotterranee) può fornire informazioni sulle vie di trasporto, sull'origine, sulla dinamica, sull'età e sui bacini di accumulo dell'acqua che è difficile ottenere con altre tecniche. Tuttavia, il potenziale di queste tecniche per le questioni pratiche non è stato ancora pienamente sfruttato. In questa sede illustriamo i vantaggi e i limiti delle potenziali applicazioni dei metodi [basati sull'analisi degli isotopi stabili](#) utili ai gestori idrici, agli agricoltori e ad altri soggetti interessati. Descriviamo inoltre diversi casi di studio che dimostrano come gli isotopi stabili dell'acqua possano supportare il processo decisionale in materia di gestione idrica. Infine, utilizzando esempi reali, proponiamo un flusso di lavoro per guidare gli utenti attraverso una sequenza di decisioni necessarie per applicare i metodi degli isotopi stabili a problemi di gestione delle acque. Invitiamo ad un dialogo continuo e una connessione più forte tra i soggetti interessati alla gestione delle acque e i professionisti degli isotopi stabili dell'acqua per identificare i problemi più urgenti e sviluppare linee guida per le migliori pratiche nell'applicazione di queste tecniche.

## Dati isotopici dell'acqua del suolo e dello xilema del fusto da due campagne di campionamento paneuropee

I rapporti isotopici stabili di idrogeno ( $\delta^2\text{H}$ ) e ossigeno ( $\delta^{18}\text{O}$ ) sono fondamentali per studiare le dinamiche ecoidrologiche nelle foreste. Tuttavia, la maggior parte degli studi si limita a singoli siti, con conseguente mancanza di dati isotopici su larga scala per la comprensione dell'assorbimento idrico degli alberi. Qui forniamo un primo set sistematico di dati isotopici dell'acqua del suolo e dello xilema del fusto raccolti durante due campagne di campionamento paneuropee in 40 siti forestali di faggio (*Fagus sylvatica*), abete rosso (*Picea abies*) o misto faggio-abete rosso nella primavera e nell'estate del 2023 (Lehmann et al., 2024). Il set di dati è completato da ulteriori metadati specifici per il sito, il suolo e l'albero. I campioni e i metadati sono stati raccolti da diversi ricercatori in Europa seguendo un protocollo standardizzato. Sono stati prelevati campioni di suolo fino a 5 profondità (da 0 a 90 cm) e campioni di xilema del fusto da tre alberi di faggio e/o abete rosso per sito. Tutti i campioni sono stati inviati a un unico laboratorio, dove è stato condotto tutto il lavoro analitico. L'acqua è stata estratta mediante distillazione criogenica sotto vuoto e analizzata con uno spettrometro laser isotopico. Inoltre, un sottoinsieme di campioni è stato analizzato con uno spettrometro di massa a rapporto isotopico. I controlli sulla qualità dei dati hanno rivelato un'elevata efficienza media di estrazione totale, una quantità media di acqua assoluta ( $> 1$  mL), nonché un'elevata accuratezza e precisione analitica. La firma isotopica dell'acqua del suolo e dello xilema del fusto variava in funzione dell'origine geografica e cambiava dalla primavera all'estate in tutti i siti. Mentre i valori di  $\delta^2\text{H}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  erano fortemente correlati, i dati relativi all'acqua del suolo si sono avvicinati alla Global Meteoric Water Line (GMWL) rispetto all'acqua dello xilema del fusto. In particolare, i valori  $\delta^2\text{H}$  dello xilema del fusto erano più arricchiti di quelli dell'acqua del suolo, con una conseguente deviazione sistematica dalla GMWL. L'arricchimento isotopico dell'acqua dello xilema del fusto era maggiore per l'abete rosso che per il faggio in siti di foresta mista. Questo set di dati è particolarmente utile per studi su larga scala sull'uso dell'acqua da parte delle piante, per testare i modelli ecoidrologici e per la mappatura isotopica in Europa.

## **Recenti progressi nella modellizzazione del miscelamento dei flussi idrici della Zona Critica assistita da traccianti**

La zona critica è lo strato della superficie terrestre in cui interagiscono aria, acqua, piante, suolo e rocce. Capire come l'acqua si muove in questa zona è essenziale per la gestione delle risorse idriche e il mantenimento delle funzioni ecosistemiche, soprattutto se si prevede un cambiamento delle condizioni del sistema. Uno dei metodi a disposizione dei ricercatori per studiare il movimento dell'acqua nella zona critica è l'utilizzo di modelli di miscelazione assistiti da traccianti. Questi modelli si avvalgono di modelli combinati con marcatori naturali, chiamati "traccianti", per seguire il percorso dell'acqua mentre si sposta dalle precipitazioni al terreno e attraverso le falde acquifere profonde. Questo lavoro evidenzia i recenti progressi di questi modelli assistiti da traccianti e il modo in cui essi migliorano la nostra comprensione del flusso dell'acqua nella Zona Critica.

