Trizio come marker per l'inquinamento antropico e per la valutazione della vulnerabilità dei sistemi idrici sotterranei

Il monitoraggio della concentrazione di Trizio nelle acque sotterranee è uno strumento molto utile per la determinazione degli scambi recenti con le acque superficiali e della presenza di apporti antropici, soprattutto da materiali luminescenti. Il trizio (3H) ha sia origine antropica che cosmogenica: è prodotto nei test sulle armi nucleari e nei reattori nucleari ed è continuamente generato dall'interazione di raggi cosmici ad alta energia con atomi di ossigeno e azoto nell'alta atmosfera. Questi ultimi processi producono la maggior parte del trizio naturale del mondo. Si trasforma in un atomo di He (3He) per emissione di particelle con un'emivita di 12,32 anni (T1/2). Il breve periodo di residenza in atmosfera e la piccola emivita implicano che l'inventario naturale mondiale allo stato stazionario del trizio è basso e quasi costante (~ 70 x 106 Ci), sebbene una maggiore produzione di trizio durante i test atmosferici delle bombe nucleari tra il 1951 e il 1963 abbia cambiato l'impronta geochimica delle precipitazioni atmosferiche introducendo trizio antropogenico nell'atmosfera e successivamente nelle acque marine e di falda. La concentrazione di trizio nelle acque superficiali e sotterranee è correlata alla quantità di trizio nell'atmosfera e al tempo di trasferimento delle acque piovane dalla superficie alle acque sotterranee.

"Vulnerabilità dei sistemi idrici sotterranei"

Laboratorio	TRACCIABILITÀ
Area di specializzazione	Salute e Benessere
Referenti	Chiara Telloli
Keyword	Radioisotopi, Inquinamento idrico antropico, Sistemi idrici sotterranei, Sistema di arricchimento del trizio

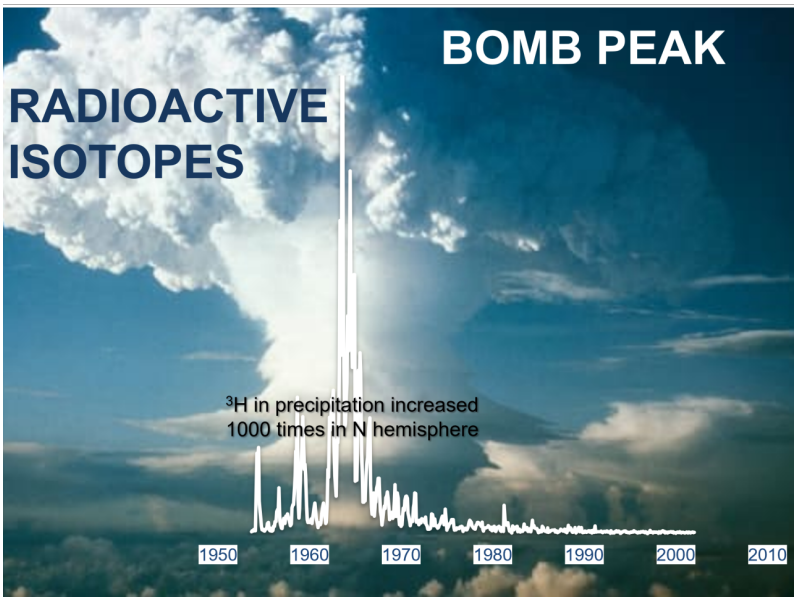

Fig. 1: Bomb peak del trizio a seguito degli effetti dei test nucleari in atmosfera

Fig. 2: Materiali luminescenti contenti trizio che se dispersi in ambiente possono andare ad inquinare le falde sotterranee e l'ambiente circostante.

Descrizione

Il Laboratorio Tracciabilità, nella sede del Brasimone, ha sviluppato una metodologia analitica per la caratterizzazione del trizio presente nell'acqua che arriva a valori molto bassi (0.2 - 0.3 TU). Il sistema si basa sulla distillazione del campione e seguente arricchimento elettrolitico per due settimane, mantenendo la temperatura costante e cambiando il voltaggio. Il campione d'acqua dopo l'arricchimento viene miscelato con un liquido scintillante omogeneo e stabile, per cui le molecole eccitate dalle emissioni radioattive, ritornando al livello stabile, emettono per fluorescenza una radiazione luminosa nel campo del visibile. Il liquido, versato in una vial in polietilene teflonato, viene inserito nello spettrofotometro di misura, che rivela la radiazione luminosa prodotta mediante un sistema di fotomoltiplicatori. Il numero di fotoni luminosi prodotti nel liquido scintillante per unità di energia depositata dalla radiazione incidente (resa di scintillazione) dipenderà dall'energia, dal tipo di radiazione incidente e dalla resa di scintillazione delle particelle alfa e beta. Le particelle emesse, essendo significativamente diversificate, consentono di identificare la natura della particella incidente (alfa o beta) e l'isotopo emettitore. Lo spettro viene quindi interpretato grazie alla comparazione con standard di riferimento, esprimendo l'intensità del segnale rilevato in concentrazione TU (Tritium Unit).

Aspetti innovativi

Sistema di distillazione del trizio in campioni acquosi che viene seguito da un arricchimento elettrolitico e analisi con spettrometro a scintillazione liquida a basso livello, implementata in Italia dal Laboratorio di Tracciabilità dell'ENEA (FSN-SICNUC-TNMT), presso il centro del Brasimone.
L'aspetto importante di questa metodologia, è che rimane una delle poche normate a livello legislativo per poter certificare concentrazioni di trizio nelle acque. Il Laboratorio Tracciabilità, grazie all'utilizzo dello strumento Quantulus, rimane uno dei pochi laboratori in Italia a poter arrivare a concentrazioni molto bassi e poter così discriminare piccole variazioni di trizio in diversi campioni. La metodologia può essere applicata a qualsiasi campione di acqua, che sia essa meteorica, di falda, di pozzo, ma anche di scarico industriale. La caratterizzazione e la quantificazione della concentrazione di trizio è fondamentale da identificare per la salute ed il benessere dell'uomo, ma anche dell'ambiente in cui l'uomo stesso vive.

Applicazioni

Il trizio, essendo un radioisotopo, è soggetto a decadimento radioattivo. Si conosce per certo che dopo 12 anni circa il trizio si dimezza. Grazie a questa conoscenza, attraverso l'analisi della concentrazione di trizio presente nell'acqua è possibile effettuare datazioni degli acquiferi superficiali o sotterranee.
In aggiunta, elevate concentrazioni di trizio (maggiori di quelle normalmente presenti nelle acque meteoriche) permette di identificare la presenza di inquinamento antropico da materiale luminescente.

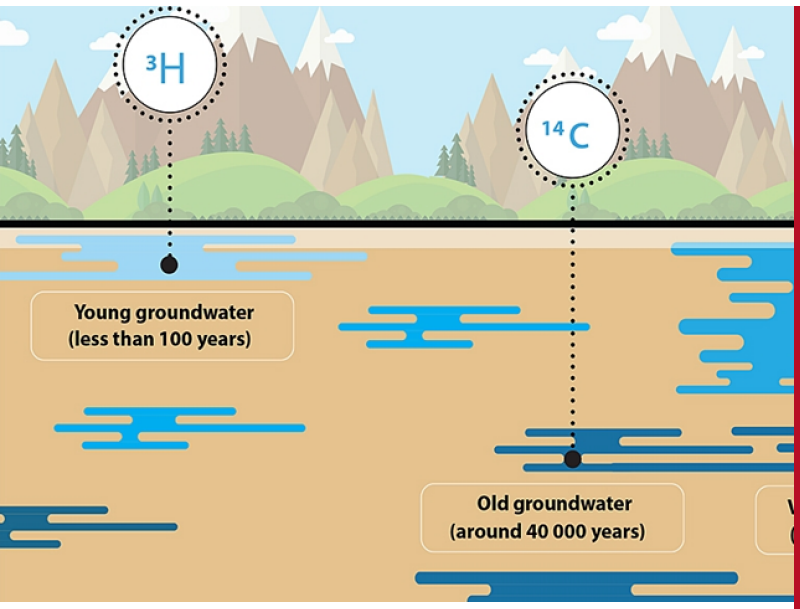

Fig. 3: Datazione delle falde acquifere con radioisotopi

Esempio di applicazione

Caratterizzazione della velocità di ricarica idrica sotterranea nei diversi periodi stagionali (ricarica lenta o veloce di un acquifero); datazione di acque di falda sotterranee per l'identificazione di possibili bacini di "acqua morta" se in presenza di valori di trizio vicini allo zero; identificazione della presenza di possibili inquinanti antropici da materiali luminescenti in presenza di valori di trizio eccessivamente alti.

Diverse campagne di monitoraggio sono state effettuate nelle regioni Veneto e Friuli-Venezia Giulia. Campioni di acqua da pozzi di falda e pozzi artesiani sono stati campionati per l'analisi della concentrazione di trizio presente. In alcuni casi sono stati riscontrati valori di trizio talmente alti da poter essere collegati ad inquinamento antropico, soprattutto in aree vicine a zone industriali.
L'analisi del trizio in campioni di acque, non solo di pozzi ma anche di scarico industriale permette di poter confermare un inquinamento antropico dell'acqua.
Il trizio viene comunque, oggi giorno, anche utilizzato per datare campioni di acque di falde sotterranee utilizzando strumentazioni ad ultra-basso fondo.

Partner coinvolti	ARPAV Università di Ferrara Acquedotti
Tempi di realizzazione	5 mesi
Livello di maturità tecnologica	TRL 8 - sistema completo e validato
Valorizzazione applicazione	*Ricerca di partner aziendali per ulteriori applicazioni*

TRACCIABILITÀ

Laboratorio ENEA per la TRACCIABILITA' di ALIMENTI e SICUREZZA dell'ARIA

Le attività del Laboratorio Tracciabilità, che afferisce funzionalmente al Dipartimento Nucleare di ENEA, derivano dalla tradizione di ricerca sperimentale in ambito nucleare che viene in questo caso applicata in modo assolutamente innovativo ai temi della qualità e sicurezza ambientale ed alimentare, focalizzandosi sulla rilevazione di elementi ed isotopi in traccia. In parallelo, queste competenze vengono ulteriormente valorizzate ed applicate in un ambito più ampio come la mitigazione dei rischi chimici, biologici, radiologici e nucleari (rischio CBRN), la verifica dei trattati di non proliferazione nucleare di disarmo, la tracciabilità analitica nel settore alimentare e biobased.
Le tecniche a cui il laboratorio fa riferimento sono la spettrometria di massa, le spettrometrie radiometriche, la spettroscopia laser e Raman. Il Laboratorio Tracciabilità gestisce due aree sperimentali sul territorio regionale: presso il Centro di Bologna (spettrometria beta, analisi elementare, analisi isotopiche del carbonio) e presso il centro del Brasimone (spettrometria di massa e radioecologia). Settori di riferimento: industria agro-alimentare, sicurezza chimica e nucleare, radioecologia.

Sito web	http://www.tracciabilita.enea.it
Direttore	Antonietta Rizzo
Data pubblicazione	20/12/2021