

TERRENI E FALDE ACQUIFERE

BONIFICA VS IDROCARBURI

Nell'ambito del biorisanamento spinto in situ interessante è l'impiego del diffusore di ossigeno progettato e brevettato dall'Università canadese di Waterloo

Le tecniche di biorisanamento spinto hanno dimostrato una serie di vantaggi per quanto riguarda la depurazione di siti contaminati da prodotti di origine petrolifera e idrocarburi: infatti, queste tecniche non solo sono in grado di ridurre i tempi degli interventi di bonifica, ma sono anche più semplici, meno costose e meno invasive rispetto ai metodi tradizionali. Questi ultimi, infatti, (ad esempio interventi di escavazione, oppure "pump and treat") agiscono "ex situ" e richiedono spesso l'impiego di impianti costosi e ad elevato consumo energetico; inoltre, le tipologie di intervento tradizionali possono causare l'interruzione o il disturbo di altre attività umane, in particolare se il sito da trattare è situato in zone residenziali, commerciali o industriali.

Al contrario, i trattamenti di biorisanamento spinto agiscono "in situ", ossia stimolando le condizioni ambientali necessarie per risolvere la contaminazione sul posto, e in modo naturale. L'ossigeno è spesso il fattore determinante per lo sviluppo dei batteri in grado di degradare gli idrocarburi: quindi, incrementando l'apporto di ossigeno nel terreno o nella falda da depurare, si accelera la proliferazione dei microrganismi "indigeni" naturalmente presenti nel terreno, che effettuano il biorisanamento.

LE DIVERSE TECNICHE DISPONIBILI

Esistono varie tecniche per intro-



durire ossigeno nelle zone contaminate: tra le più comuni da citare la bioventilazione, l'insufflazione d'aria e di ossigeno gassoso in forma di microbolle, il rilascio di composti ossigenati, l'infiltrazione di acqua ossigenata e l'iniezione di ossigeno puro o di ozono.

Recentemente è stato proposto il rilascio dell'ossigeno mediante diffusione: questa tecnica consiste nell'impiego di tubazioni polimeriche pressurizzate, che rilasciano uniformemente ossigeno disciolto nelle falde acquifere. Rispetto alle altre tecniche per il rilascio di ossigeno, la diffusione ha il vantaggio di fornire ai microrganismi molecole di ossigeno immediatamente utilizzabili, evitando le dispersioni di ossigeno (che invece si verificano con l'insufflazione in bolle); inoltre, si evita la produzione di fanghi, residui chimici e altri sottoprodotti, e anche il consumo di energia elettrica è praticamente nullo; infine, il rilascio diffuso di ossigeno è efficace ad ogni profondità.

LA DIFFUSIONE ATTRAVERSO TUBI IN PLASTICA

L'Università canadese di Waterloo ha progettato e brevettato un diffusore di ossigeno, attualmente prodotto dalla ditta canadese Solinst Canada.

Esso consiste in una struttura cilindrica in PVC della lunghezza di 130 cm, attorno alla quale sono

Continua a pag. 54

Continua da pag. 52

Bonifica Vs idrocarburi

avvolti tubi di silicone o di LDPE (polietilene a bassa densità) di 60 mm di diametro. I tubi sono collegati con un serbatoio di aria pressurizzata o di ossigeno puro. Questi diffusori di ossigeno sono posizionati a una profondità variabile da 5 a 15 cm entro il terreno da bonificare oppure immersi nella falda acquifera; questa è la posizione ottimale, perchè la struttura di diffusori consente all'acqua di fluire attraverso e intorno l'impianto di ossigenazione, assicurando un buon contatto con le tubazioni.

L'emissione di ossigeno si basa sulla legge della diffusione di Ficks, secondo la quale il movimento di una sostanza attraverso una membrana polimerica avviene da un'area ad alta concentrazione verso un'area a bassa concentrazione, ad una velocità che dipende dalla differenza delle concentrazioni, dalla pressione e dal coefficiente di permeabilità del materiale polimerico.

Quando l'ossigeno viene introdotto nel diffusore, che è a contatto con la falda, si crea un gradiente di concentrazione tra l'interno della tubazione e la falda stessa, che spinge l'ossigeno molecolare attraverso la tubazione in modo controllato, facendolo entrare immediatamente in contatto con la falda acquifera da depurare. Dato che il tubo entro cui entra l'ossigeno è chiuso al fondo, e il flusso avviene unicamente per diffusione, il consumo di energia è minimo.

Poichè l'acqua di falda fluisce in modo continuo intorno al diffusore, il flusso di ossigeno viene mantenuto costante, senza mai raggiungere un punto di equilibrio.

Questo comporta una diffusione stabile e omogenea dell'ossigeno all'interno della falda, senza alcun decremento della concentrazione e senza che ci sia pericolo di sovradosaggi: ciò costituisce una condizione necessaria per la



IL PROGETTO AQUASENSE L'acqua è pura?

L'acquafotomica è una disciplina relativamente nuova che sfrutta l'interazione tra luce e acqua per fornire un'analisi dell'acqua rapida e completa.

Il progetto Aquasense, finanziato dall'UE, ha accostato l'acquafotomica a tecniche di imaging nel vicino infrarosso per creare un sistema di rilevamento multi-contaminante in tempo reale che consente un rapido monitoraggio e l'analisi dell'acqua. Dopo un training completo sul monitoraggio della qualità dell'acqua e altre tecniche correlate, sono stati selezionati diversi contaminanti comuni ai fini del test. Le misurazioni di riferimento sono state eseguite per diversi tipi di acqua ed a diverse temperature, così da stabilire la variazione nell'acqua pura. La temperatura e l'umidità sono state identificate come fattori confondenti che richiedono di essere caratterizzati e quindi corretti.

I ricercatori hanno inoltre sviluppato algoritmi che consentirebbero l'identificazione di con-



taminanti specifici successivamente testati rispetto a contaminanti noti in varie condizioni. Gli scienziati, per di più, hanno scoperto che le concentrazioni di contaminanti nell'acqua potabile erano troppo basse per poter essere rilevate con questo nuovo sistema, ma potrebbero essere efficaci per lo screening delle acque reflue.

La competenza e le informazioni tecniche acquisite durante il progetto hanno gettato le basi per future ricerche in questo campo.

preservazione e lo sviluppo della popolazione microbica naturalmente presente all'interno del terreno.

UN ESEMPIO CONCRETO

Come esempio dell'efficacia di questa tecnologia, può essere citato il caso della contaminazione di una falda acquifera avvenuto in Canada, e causata da perdite nei serbatoi di una stazione di rifornimento carburanti.

Il livello di questa falda varia da 3 a 13 metri nel corso dell'anno, e le analisi geochimiche indicavano una concentrazione limitata di ossigeno; la falda era posizionata nei pressi di un centro commerciale, interessato da un ampio flusso di persone, e quindi si rendeva necessaria l'adozione di una soluzione che fosse in grado di ridurre al minimo il disagio per il traffico e le attività commerciali. Nell'estate del 2009, la compagnia incaricata per la bonifica del sito ha installato 58 diffusori, distribuiti in 29 pozzi (posti a circa due metri l'uno dall'altro, perpendicolarmente alla falda), e due impianti in ciascun pozzo; in questo modo è stata creata una barriera permeabile reattiva in grado di depurare l'acqua presente nella falda acquifera nel momento in cui essa passa attraverso la barriera.

Sono stati impiegati diffusori del diametro di 10 cm, alcuni dei quali in LDPE; mentre, nelle aree di maggior flusso idrico sono state adottate tubazioni rivestite con silicone, al fine di rilasciare una maggiore quantità di ossigeno.

I risultati ottenuti presso il sito canadese sono stati estremamente positivi: il sistema è stato concepito per trattare contaminazioni da idrocarburi fino a 5.000 µg/l, ma ha mostrato capacità di depurazione 3 volte superiori; le acque trattate hanno mostrato concentrazioni inferiori a 1 µg/l di idrocarburi aromatici (BTEX) e meno di 145 µg/l di altri idrocarburi, e dopo tre anni il sistema di depurazione continua a funzionare efficacemente, senza incremento di costi.

In altri progetti, i diffusori di ossigeno sono stati utilizzati per completare la bonifica di un sito dopo un trattamento primario di estrazione dei vapori, oppure combinati ad altre tecnologie di depurazione.

**REPERTORIO
dell'Ambiente**
il "chi fa cosa"
delle ecotecnologie
www.hitechambiente.com