

LE BIOTECNOLOGIE APPLICATE A SITI CONTAMINATI DA CROMO ESAVALENTE

LA **BIOTRATTABILITÀ** DELLE MATRICI INQUINATE NE DETERMINA L'APPLICABILITÀ: **TEST IN MICROCOSMO** PER DEFINIRE LE DINAMICHE DEL RISANAMENTO E **TEST IN CAMPO** PER LE VARIABILI SITO SPECIFICHE

di R. Ricci, P. Pretto e A. Garcia Perez*

La bonifica di un sito contaminato può essere condotta attraverso svariate tecnologie di trattamento, a seconda della tipologia della contaminazione e delle condizioni sito-specifiche.

La società Biosearch Ambiente s.r.l., con sede presso l'Environment Park di Torino, si occupa di biotecnologie ambientali applicandosi nella gestione degli impatti negativi causati dalle attività produttive e commerciali, nel tentativo di coniugare l'individuazione delle soluzioni a più elevata compatibilità ambientale con costi sostenibili.

Una volta accertata la natura e l'origine dell'inquinamento, nonché le condizioni geologiche e idrogeologiche del sito, la società mette in atto un percorso conoscitivo finalizzato alla determinazione della biotrattabilità delle matrici contaminate.

Vengono generalmente perseguite due specifiche fasi di lavoro:

- Fase 1 - Test in microcosmo, volto a riprodurre in laboratorio la situazione presente in campo, per definire le dinamiche di biorisanamento possibili e valutarne gli effetti;
- Fase 2 - Test pilota in campo, eseguito in un'area limitata del sito oggetto di studio, con le modalità di bonifica definite nella Fase 1, opportunamente adattate. Questa fase consente lo studio e l'approfondimento delle ulteriori variabili che dovranno eventualmente essere affrontate con l'applicazione dell'intervento su larga scala che, in questo modo, potrà essere più puntuale ed efficace rispetto agli obiettivi di bonifica prefissati.

Nel presente documento viene descritta l'ap-

plicazione pratica di tale approccio che, partendo da una problematica assai diffusa e ad elevato rischio, quale la contaminazione da cromo esavalente di un sito industriale, ha portato alla messa a punto di un sistema di risanamento in situ che, come di seguito descritto, ha consentito di raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale previsti dalla normativa. Il cromo è uno dei metalli pesanti più utilizzati in ambito industriale ed è impiegato in vari settori (metallurgico, chimico, tessile, ecc.). Il cromo esiste in diversi stati di ossidazione, tra cui i più comuni sono le forme +3 e +6. Il cromo esavalente è considerato uno dei più importanti e pericolosi inquinanti ambientali, perché tossico, mutageno e cancerogeno; grazie all'elevata solubilità in acqua ($1,67 \cdot 10^5$ mg/l) esso è in grado di migrare ed estendersi in ampie zone dell'acquifero.

CROMO ESAVALENTE
Tossico, mutageno, cancerogeno
Solubile, mobile nella falda
Inquinante ambientale
Lim. Conc. = 5 µg/l



CROMO TRIVALENTE
Meno tossico
Meno solubile
Naturale nell'ambiente
Lim. Conc. = 50 µg/l



Figura 1. Riduzione del Cr(VI)

Figura 2. Fase di test in microcosmo

Grandi quantità di cromo esavalente, sotto forma di cromati, sono rilasciate nell'ambiente in seguito ad attività come la cromatura dei metalli, la conservazione del legno, la produzione di pigmenti. La forma trivalente è molto meno tossica, meno solubile in acqua e quindi meno mobile negli acquiferi sotterranei, dove si trova sia sotto forma di specie cationica, che tende ad adsorbirsi alla matrice solida, sia come precipitato, relativamente insolubile quale il $\text{Cr}(\text{OH})_3$ (Rai et al., 1987).

In seguito ad un evento di contaminazione, nella matrice inquinata si innescano processi di selezione naturale che consentono la sopravvivenza delle sole specie microbiche capaci di convertire il cromo esavalente in cromo trivalente.

Il sistema di biorisanamento, pertanto, è basato sulla stimolazione delle specie autoctone selezionate, tramite l'iniezione di ammendanti organici definiti in maniera sito specifica, che aumentano la biomassa e ne attivano il metabolismo.

In particolare, il processo di detossificazione del cromo esavalente (cfr. Figura 1), avviene secondo due modalità:

- via diretta, tramite produzione di enzimi appositi;
- via indiretta, tramite prodotti secondari del metabolismo microbico.

Sulla base di quanto sopra esposto, è stato affrontato un importante caso di contaminazione di un sito collocato nel Comune di Torino, in cui gravava da oltre dieci anni un inquinamento da cromo esavalente falda, con concentrazioni nell'ordine di circa 500 $\mu\text{g}/\text{litro}$.

TEST IN MICROCOSMO

Il test in microcosmo riproduce su scala ridotta la situazione presente nell'ambiente. L'acqua contaminata, prelevata direttamente dal sito oggetto di intervento, è stata immessa in bottiglie di vetro sterili e chiuse con tappo a tenuta munito di setto perforabile. La preparazione del campione è stata eseguita in atmosfera controllata di azoto; la conduzione del test è avvenuta a temperatura costante, corrispondente a quella della falda.

I microcosmi sono stati ammendati con diverse miscele di macronutrienti, micronutrienti ed altri elementi biodegradabili, atti a stimolare la crescita della microflora autoctona in grado

di favorire la detossificazione dei contaminanti. Periodicamente sono stati misurati i parametri di concentrazione degli inquinanti e la crescita microbica tramite conta MPN (*Most Probable Number*).

Nella Figura 3 di seguito riportata, è rappresentato l'andamento della concentrazione di cromo esavalente e cromo totale nel corso della prova. Tra le diverse linee allestite, il campione trattato denominato MIX1 ha dato il migliore risultato in termini di detossificazione; nella linea MIX1 è stata verificata la riduzione completa del cromo esavalente dopo soli cinque giorni, dato confermato anche in presenza di una contaminazione spinta ad oltre 2000 $\mu\text{g}/\text{litro}$, ottenuta con aggiunte successive (indicate dalle frecce).

TEST IN CAMPO

In un'area definita all'interno del sito di intervento, di circa 3000 mq

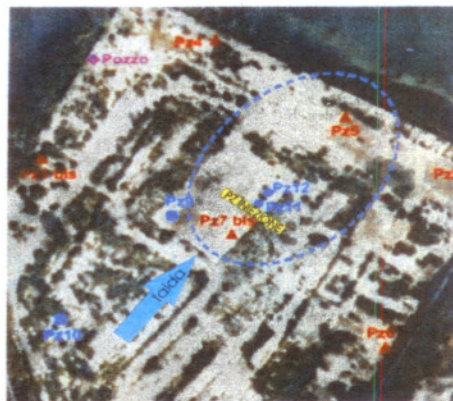


Figura 4. Rappresentazione dell'area di esecuzione del Test in Campo (area tratteggiata in blu)

(Figura 4), corrispondente alla zona di acquifero maggiormente contaminato, è stato eseguito il test in campo.

A seguito di uno specifico studio idrogeologico dell'area individuata, sono stati definiti i punti di iniezione (evidenziati in giallo) e i punti di monitoraggio (Pz11, Pz12, Pz5).

Sulla base dei risultati del test in microcosmo, la miscela di sostanze a migliore effetto detossificante (MIX1), tramite determinate procedure, è stata periodicamente immessa in falda; in un periodo di tre mesi sono state eseguite complessivamente sei iniezioni.

Nel grafico seguente è rappresentato l'andamento della concentrazione di cromo esavalente nei tre piezometri di monitoraggio (Pz11, Pz12, Pz5), posti a valle in senso idrogeologico rispetto alla linea di iniezione.

Come evidenziato dal grafico in Figura 5, in

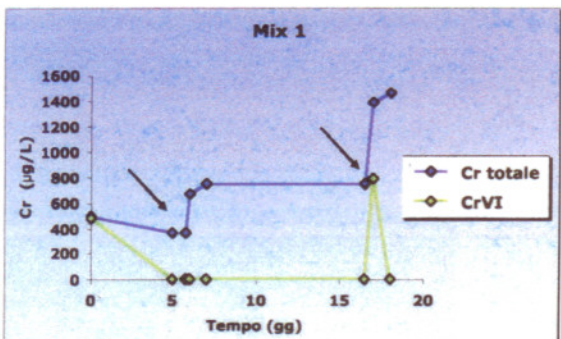
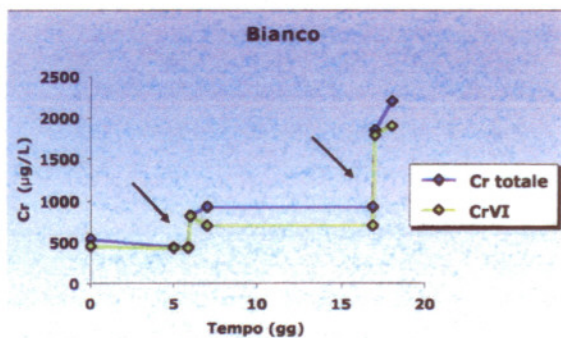


Figura 3. Risultati del test in microcosmo: confronto tra il campione non trattato (Bianco) e quello trattato (MIX1)



tutti e tre i punti di monitoraggio, compresi in un raggio di circa 150 metri dalla linea di iniezione, è risultata una riduzione completa del cromo esavalente in soli tre mesi di trattamento; nei cinque mesi successivi, il monitoraggio ulteriore ha confermato la stabilità del sistema e l'assenza di fenomeni di "rebound" in falda.

CONCLUSIONI

In presenza di un sito contaminato da cromo esavalente, le attività di bonifica attualmente applicate sono in gran parte rappresentate da operazioni di messa in sicurezza d'emergenza che, nella maggior parte dei casi, divengono permanenti. Tali sistemi, rappresentati ad esempio da barriere fisiche e/o sistemi di pompaggio e trattamento della falda contaminata (*Pump&Treat*), sono attività molto costose e, di fatto, non risolvono il problema, ma lo rimandano nel tempo. L'eccellente risultato determinato nell'ambito della sperimentazione nel caso specifico ha consentito di prevedere

l'applicazione della tecnologia sull'intera area interessata dal fenomeno d'inquinamento, permettendo la risoluzione della problematica ambientale con un costo di gran lunga inferiore rispetto alle alternative di intervento adottabili e con un impatto ambientale praticamente nullo.

Tale tecnologia, applicata nel caso specifico per il risanamento di un sito contaminato da cromo esavalente, può essere definita a tutti gli effetti, come la migliore soluzione tecnologica possibile a costi contenuti (*BATNEEC - best available technology not entailing excessive costs*). Il metodo, che è stato sperimentato con successo anche in altri contesti inclusa la detossificazione del cromo esavalente nel terreno

Monit. Valle idrog. Pz INIEZ.

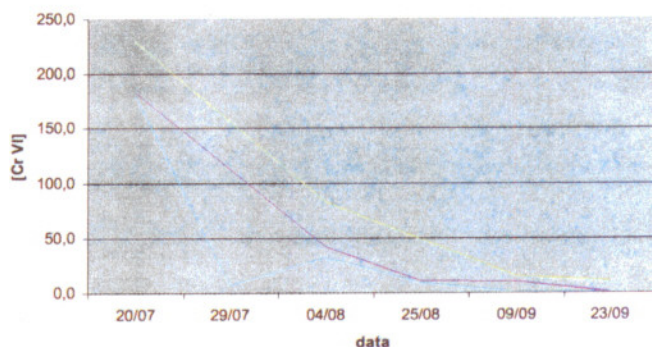


Figura 5. Risultati del test in campo

insaturo, potrà essere integrato con altre tecnologie, come la fitoestrazione, consentendo la completa bonifica della parte superficiale dell'insaturo ed annullando completamente il livello di rischio sanitario e ambientale.

*Biosearch Ambiente s.r.l.

Finlay

**Impianti mobili di frantumazione
Selezione e lavaggio**

Finlay Italian

FINLAY ITALIA
 Vico Chiuso, 7 - 170
 Albissola Marina (SV)
 Tel.: 019-480112 - Fax: 019 40036
www.finlayitaliana.it - email: info@finlayitaliana.it