

Titolo della tesi: Studio sperimentale a scala di laboratorio di tecniche "Soil Flushing" su suoli contaminati da piombo (Tesi sperimentale)

Tipo di Laurea: Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (Indirizzo Tutela dell'Ambiente)

Sessione di Laurea: Ottobre

Anno accademico: 2015/2016

Nome Candidato: Andrea La Fata

Matricola: 1341179

Relatore: Prof. Ing. Paolo Viotti

Correlatori: Prof. Luigi Piga
Ing. Elisa Martorelli
Ing. Angela Antonucci

SSD Relatore: ICAR/03

Il crescente sviluppo industriale legato alla presenza dell'uomo e alle sue attività sul territorio, ha determinato un aumento smodato delle fonti di inquinamento a carico dei diversi comparti ambientali: la produzione di scorie, residui e rifiuti che, se non correttamente smaltiti, possono causare notevoli danni; gli sversamenti dei contaminanti nel suolo, nelle falde, nei fiumi e nei mari; le emissioni nocive che contribuiscono al deterioramento della qualità dell'aria.

Il suolo in particolar modo è stato spesso sfruttato in modo indiscriminato, risultando molto esposto a situazioni di questo tipo. La contaminazione del suolo può aver luogo a causa del suo utilizzo come deposito di sostanze tossiche e pericolose.

L'industria metallurgica, l'industria mineraria, l'industria chimica, le raffinerie, la navigazione, le discariche di rifiuti urbani o industriali spesso non autorizzate, hanno prodotto notevoli contaminazioni del suolo e dei sedimenti, lasciando in eredità i danni creati dall'uso di questi prodotti pericolosi, ma anche l'onere di dover bonificare tali aree.

Queste sostanze, oltre a rappresentare un pericolo per la salute dei cittadini, privano la comunità di una parte del suolo e delle risorse ad esso connesse, recando gravi danni anche alle falde acquifere, spesso interessate da un pesante livello di inquinamento.

Nella maggior parte dei casi inoltre, tali sostanze non restano confinate nel luogo in cui sono state depositate o rilasciate, ma vengono trasportate.

A causa della diffusione del fenomeno, risulta indispensabile lo studio dei problemi di bonifica dei siti contaminati e la definizione di tutti gli accorgimenti necessari per la messa in sicurezza del sito. Si fa ricorso alla bonifica quando è impossibile mettere in atto strategie capaci di contenere e mantenere la contaminazione al di sotto dei limiti ritenuti accettabili rispetto al rischio per la salute dell'uomo e la salvaguardia dell'ambiente.

La bonifica dei siti contaminati è tuttavia un problema complesso comprendente aspetti tecnologici, ambientali, economici e sociali. La scelta della tecnologia più adatta richiede una serie di valutazioni relative a tutte le fasi del processo, che consentono di individuare caso per caso l'intervento più adeguato in relazione ai costi e ai benefici ad esso associati.

Nonostante ogni intervento presenti caratteristiche peculiari e richieda studi sito-specifici, possono essere individuate linee comuni di approccio e strutturazione dell'analisi per la selezione della migliore tecnologia.

Le tecnologie di bonifica che possono essere applicate sono diverse e si differenziano a seconda della tipologia di suolo, di contaminanti e di costi legati all'utilizzo delle diverse tecniche. Tutte queste tecnologie si propongono come obiettivo quello di ottenere delle concentrazioni finali dei contaminanti che rispettino i limiti imposti dalla normativa (Decreto Legislativo 152 del 2006). Per quanto riguarda l'estrazione dei metalli pesanti dal suolo, una delle tecnologie più utilizzate è il lavaggio.

In particolare, in questa tesi, ci si concentrerà sulla contaminazione dovuta ad uno specifico metallo pesante, il piombo. Si tratta di un contaminante inorganico, non biodegradabile, che una volta sversato nel suolo dà luogo ad una serie di trasformazioni fisiche e chimiche all'interno della soil solution.

Nel lavoro svolto si fa riferimento, come tecnologia di bonifica, al soil flushing, consistente nel lavaggio in situ del terreno contaminato. È una tecnologia che può essere applicata sia ad un suolo saturo che ad uno insaturo; inoltre può essere coadiuvata dall'utilizzo di particolari soluzioni dette chelanti, come ad esempio l'EDTA (acido etilendiamminotetracetico). Lo scopo di queste soluzioni chelanti è quello di solubilizzare il contaminante, facendolo così migrare dalla fase solida (suolo) a quella liquida (soluzione). Il complesso così formato prende il nome di complesso di coordinazione, e viene intercettato da un sistema di pozzi di emungimento posto a valle della contaminazione.

Tuttavia, l'efficacia del trattamento dipende da numerosi fattori: la tipologia di metallo che si vuole rimuovere; la distribuzione del metallo nel terreno; il pH del terreno; l'agente chelante utilizzato e il quantitativo che ne viene dosato. Può accadere dunque, di dover fronteggiare alcune problematiche.

Essendo il soil flushing una tecnologia applicata direttamente in situ, il complesso potrebbe non essere intercettato dai pozzi di emungimento e in tal caso essere lisciviato fino in falda, andando a contaminare le acque sotterranee. Inoltre il piombo all'interno del complesso metallo-EDTA può essere riassorbito all'interno degli strati più profondi del suolo: in questo caso la tecnologia stessa può divenire fonte di contaminazione.

In questo lavoro è stato simulato un processo di soil flushing utilizzando una colonna sperimentale in vetro allestita presso il laboratorio di Ingegneria Sanitaria dell'Università "La Sapienza" di Roma. La colonna è stata riempita per metà da terreno contaminato artificialmente da piombo e per l'altra metà da terreno non contaminato, prelevato in una zona di scavo vicino al Parco della Caffarella, a Roma. Su entrambi i terreni, contaminato e non, è stata poi eseguita la procedura di estrazione sequenziale BCR.

Una volta saturata la colonna, è stato simulato il flussaggio dell'agente chelante EDTA al suo interno.

I risultati ottenuti evidenziano l'importanza di avere a disposizione un modello computazionale in grado di simulare preventivamente un processo di bonifica al fine di verificare il quantitativo di piombo residuo e potenzialmente ri-adsorbito negli strati più profondi del suolo. In questo modo

risulta più semplice riuscire a mettere a punto i parametri di processo che consentono di ottenere l'efficacia desiderata.

Infatti, dando in input al modello una serie di parametri quali la concentrazione dell'inquinante nel suolo (mol/l), la concentrazione del chelante utilizzato (mol/l), la modalità di immissione del chelante (step o impulso), ed il tempo di simulazione, il modello è in grado di riprodurre l'efficienza di estrazione di un dato contaminante nel suolo, dando in output la curva di breakthrough ed il contaminante residuo al suolo