

FITOEESTRAZIONE EX-SITU IN UN'AREA INDUSTRIALE CONTAMINATA DA MERCURIO

F. Pedron*, G. Petruzzelli*, E. Tassi*, F. Gorini*, M. Barbaferi*

Sommario – Lo scopo di questo lavoro che è stato impiegato come test di fattibilità per un progetto di fitoestrazione “ex situ” è stato quello di valutare la possibilità di applicare questa tecnologia ad un sito industriale contaminato da mercurio. La biodisponibilità del metallo è stata aumentata mediante l'aggiunta di agenti mobilizzanti: $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ e KI, scelti tra diversi estraenti. Il suolo utilizzato deriva da una miscela di terreni contaminati da mercurio provenienti da differenti attività industriali, collocati su uno strato impermeabilizzato di 15000 m² per uno spessore di circa 0.7 m. Sono state provate diverse specie vegetali a differente scala dal microcosmo al pieno campo. L'aggiunta degli agenti mobilizzanti ha favorito in ogni caso l'assorbimento del mercurio da parte delle piante rispetto ai controlli. I risultati ottenuti supportano la possibilità di impiego della fitoestrazione al sito in esame per ridurre la concentrazione del mercurio a livelli che possono essere considerati sicuri mediante un'adeguata analisi di rischio. L'impiego di additivi essendo la tecnologia applicata ex situ con un recupero totale di ogni lisciviato, non presenta pericoli per l'ambiente.

EX SITU PHYTOEXTRACTION IN A MERCURY INDUSTRIAL CONTAMINATED SOIL

Summary – The aim of this work, used as feasibility test in an ex situ phytoremediation project, was to investigate the possibility of using phytoextraction for Hg removal from a contaminated industrial soil increasing the metal's bio-accessibility with the use of mobilizing agents: $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ and KI that were selected among several Hg extractants. The soil used in this work derived from several contaminated soils of industrial origin that were mixed to form a composite soil and disposed on an impermeabilized layer of 15000 m² with a depth about 0.7 m. Several plant species were tested at different scale from microcosm to field. The addition of the mobilizing agents promoted Hg uptake by plants, with respect to control. The obtained results do support the potential for successfully applying phytoextraction to the specific contaminated site to reduce the concentration of mercury on this soil to safe values. It must be taken into account the absence of hazards from leaching being the technology applied “ex situ” with the complete recovery of all leaching.

Parole chiave: suolo, mercurio, fitoestrazione, test di fattibilità.

Keywords: soil, mercury, phytoextraction, feasibility test.

1. INTRODUZIONE

Per le sue caratteristiche chimico-fisiche il mercurio è stato per lungo tempo utilizzato in molti processi industriali – dalle industrie farmaceutiche agli impianti di cloro-soda – e perfino

nella produzione di fertilizzanti per l'agricoltura; ad esempio, l'acido solforico impiegato nella produzione di superfosfati è spesso risultato una fonte di contaminazione da mercurio. Prima che normative più stringenti ne riducessero drasticamente l'utilizzo, il mercurio è stato abbondantemente rilasciato nell'ambiente creando rilevanti problemi per la salute umana. Le peculiari caratteristiche di questo elemento rendono molto complessi gli interventi di bonifica e le tecnologie impiegate non sempre si sono rivelate sufficientemente adeguate, in relazione, in particolare, alla forma chimica in cui si trovava il metallo. Anche per quanto riguarda il suolo, l'impatto eco-tossicologico del metallo dipende strettamente dal suo chimismo, pertanto la conoscenza della chimica del mercurio nel suolo è un aspetto fondamentale sia per la comprensione dei meccanismi di inquinamento sia per la scelta delle tecnologie di bonifica più efficienti.

Il mercurio, analogamente ad altri metalli presenti nel suolo, può essere presente in forma solubile come ione libero, assorbito in modo non specifico mediante deboli legami elettrostatici, assorbito specificamente mediante legami di natura covalente, complessato alla materia organica o precipitato in fase solida in forma di carbonato, idrossido, solfuro.

In dipendenza anche dalle condizioni redox, il mercurio può esistere in tre stati di valenza, Hg^0 , Hg^+ e Hg^{2+} . La forma bivalente ha in genere marcata reattività con leganti disciolti ed elevata solubilità in acqua. Il metallo presenta inoltre una spiccata tendenza a formare complessi con Cl^- , OH^- , S^{2-} , con i gruppi funzionali contenenti zolfo dei composti organici e con NH_3 .

Il mercurio forma infine complessi di una certa stabilità con Br e I ed alcuni leganti azotati aventi formula generica R-NH_2 .

Nel suolo i fattori che controllano la speciazione del metallo sono pH, forza ionica, potenziale redox, la quantità di sostanza organica disciolta (DOM) e la concentrazione di ioni solubili quali ossigeno e solfuri (Steinnes, 1997).

Il mercurio presenta la più alta solubilità in ambiente ossigenato (Eh 350-400 mV), ossia nelle condizioni tipiche di un terreno. Nel terreno il mercurio si trova principalmente come $\text{Hg}(\text{OH})_2$, HgCl_2 (con gli ioni idrossido e cloruro esso forma anche complessi solubili), HgS , composto stabile ed insolubile (i composti con lo zolfo sono tipici di ambienti anossici), Hg^0 , $\text{Hg}(\text{OH})\text{Cl}$. Alcune specie fra quelle elencate tendono a formare complessi anche con leganti organici. Talora è stato osservato che il 99% del mercurio presente nella soluzione del terreno è complessato con gli acidi fulvici, la componente solubile della sostanza organica del suolo.

Molti leganti organici che presentano gruppi funzionali con carica negativa, quali acido salicilico, EDTA, cisterna, ecc., possono sostituire altri leganti che formano composti stabili con il mercurio tanto da riuscire a competere anche con lo ione solfuro, verso il quale il mercurio mostra elevata affinità. Nel suolo è stata riscontrata la presenza anche di metilmercurio $[\text{CH}_3\text{Hg}^+]$ e dimetilmercurio $[(\text{CH}_3)_2\text{Hg}]$ i quali, tuttavia,

* Dott. Francesca Pedron, dott. Giannantonio Petruzzelli, dott. Eliana Tassi, dott. Francesca Gorini, dott. Meri Barbaferi; Istituto per lo Studio degli Ecosistemi, CNR – Via Moruzzi, 1 – 56124, Pisa – Tel. 0503152485, Fax 0503152473, e-mail: francesca.pedron@ise.cnr.it, petruzzelli@ise.cnr.it, eliana.tassi@ise.cnr.it, francesca.gorini@ise.cnr.it, meri.barbaferi@ise.cnr.it.