

Tesi Sperimentale
**IL CARBONE VEGETALE COME MEZZO PER LA RIMOZIONE DI CADMIO DA ACQUE
CONTAMINATE**

**LAUREA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO LM 35 (DM 270/04) -
ORDIN. 2013 – 26021 – INDIRIZZO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE**
Sessione di Laurea **22 MARZO 2017**
Anno Accademico **2016/2017**

Simone Marzeddu
Matricola **1333828**

Relatore
Prof.ssa Maria Rosaria Boni
ICAR/03

Correlatori
Prof.ssa Agostina Chiavola, Prof.ssa Elena Di Mattia, Ing. Angela Antonucci

Il charcoal ottenuto dalla pirolisi di scarti vegetali rappresenta una possibile alternativa ai mezzi adsorbenti attualmente in commercio. L'utilizzo del prodotto di scarto consente infatti di recuperare materia altrimenti destinata allo smaltimento e di ridurre, con l'utilizzo del materiale di scarto opportunamente trattato, le attività industriali legate alla produzione ex novo di mezzi adsorbenti. In questo elaborato, il charcoal prodotto dalla pirolisi della biomassa legnosa di faggio è stato studiato come un potenziale mezzo adsorbente per la rimozione di cadmio dalle acque contaminate da metalli pesanti.

L'interesse verso questo materiale è cresciuto enormemente, data la sua capacità di migliorare le caratteristiche fisiche, chimiche, biologiche e meccaniche del terreno.

In Italia il charcoal viene utilizzato principalmente come ammendante in agricoltura, con la denominazione di Biochar mentre, sino ad ora è stato poco utilizzato come possibile mezzo adsorbente e pertanto è particolarmente interessante verificare la sua capacità nella rimozione di metalli pesanti dalle acque contaminate.

La prima fase dell'attività sperimentale ha riguardato una serie di analisi finalizzate a determinare le principali caratteristiche fisico-chimiche del materiale.

Successivamente, sono state condotte prove sperimentali, utilizzando sistemi batch e in colonna, per la valutazione delle isoterme, delle cinetiche di adsorbimento, e delle curve di rottura. Per quanto riguarda la sperimentazione in batch, i dati relativi alle prove di laboratorio sono stati interpretati attraverso i modelli più utilizzati nel caso di adsorbimento di metalli pesanti dalle acque, come i modelli di Langmuir e Freundlich per quanto riguarda le isoterme di adsorbimento e i modelli dello pseudo-primo-ordine e pseudo-secondo-ordine per quanto riguarda le cinetiche.

Per quanto riguarda la sperimentazione in colonna, sono state costruite le curve di breakthrough e sono stati individuati i parametri cinetici caratteristici del sistema. Alcune procedure sperimentali sono state definite sulla base di studi propedeutici eseguiti

specificamente per questo elaborato e l'attività sperimentale è stata condotta secondo le indicazioni di letteratura, in maniera da ottenere risultati affidabili e ripetibili.

Le stesse prove condotte per il carbone vegetale sono state ripetute utilizzando un differente charcoal sul quale è stata innestata una colonizzazione sessile, costituita da un biofilm microbico realizzato con il ceppo batterico 15A. Il ceppo fa parte delle collezioni batteriche del laboratorio di Microbiologia del Suolo del DAFNE dell'Università degli studi della Tuscia ed è stato isolato nel corso di attività sperimentali precedentemente condotte che hanno documentato la sua elevata tolleranza al cadmio (600 mg/l) e l'interazione biofilmogena sessile di questo ceppo con altri carboni vegetali.

Per testare la reale capacità di adsorbimento del carbone vegetale, con e senza inoculo è stato ritenuto opportuno utilizzare un livello nettamente superiore (500 volte) del cadmio presente in media nelle acque reflue e/o negli scarichi industriali (ISPRA, 2016) e notevolmente superiore (5000 volte) rispetto ai limiti normativi (5 µg/l) per quanto riguarda le acque destinate all'uso umano (Allegato 5 del Decreto legislativo 03.04.2006, n. 152) pari a 25 mg/l.

Le prove in batch hanno dimostrato che il processo di rimozione avviene molto rapidamente. Si ha infatti la rimozione della quasi totalità del cadmio contenuto all'interno delle soluzioni contaminate nella prima ora di contatto mentre si raggiungono i limiti dei decimi di mg/l in un tempo limite di sei ore.

Particolarmente interessante è il confronto tra le capacità adsorbenti del carbone vegetale inoculato rispetto a quello normale. Utilizzando circa 15 g di charcoal, il confronto tra i due differenti sistemi ha mostrato che il bio-charcoal aumenta di circa tre volte la capacità di adsorbimento rispetto al charcoal non batterizzato, con valori di assorbimento confrontabili con i valori delle capacità di adsorbimento delle attuali sostanze carboniose impiegate in interventi di bonifica dei suoli e/o delle acque.

Le prove in colonna, condotte, in piccoli reattori di volume pari a 14 cm³ hanno permesso di determinare che una quantità di 0,1 g di carbone vegetale è potenzialmente in grado di rimuovere il 50% di cadmio disciolto all'interno delle acque contaminate utilizzate.

Per quanto attiene specificamente ai possibili usi a fini ingegneristici dello studio, utilizzando i parametri cinetici stimati nel corso delle prove di laboratorio, è stato ipotizzato un possibile sistema a letto fisso per la rimozione di cadmio da circa 20 litri di soluzione acquosa, con una concentrazione di metallo pesante presente in media nelle acque reflue o negli scarichi industriali.

In definitiva, a partire dai risultati sperimentali ottenuti, charcoal e bio-charcoal potrebbero essere considerate possibili alternative valide come mezzi adsorbenti per la rimozione di cadmio da acque contaminate.

Infine sono state suggerite alcune ipotesi di sperimentazione per il proseguimento dell'attività di ricerca per validare ulteriormente tale materiale come mezzo adsorbente attraverso l'ausilio di prove sperimentali mirate.

Parole chiave: charcoal, biochar, cadmio, adsorbimento, carbone vegetale, acque contaminate.