

Titolo della tesi

STUDIO DI UN TRATTAMENTO DI ELETTROCINESI ASSISTITA PER LA
DECONTAMINAZIONE DI SEDIMENTI MARINI

Tipo di Laurea:

Laurea magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Sessione di Laurea

Marzo 2017

anno accademico 2016/2017

Nome Candidato: Pierpaolo Cherubini

Matricola: 1235547

Relatore

Prof.ssa Alessandra Poletti

Correlatori

Prof.ssa Raffaella Pomi

Dott. Angelo Marini

Riassunto della tesi

I sedimenti derivanti dalle operazioni di dragaggio condotte in ambiente portuale, generalmente al fine di mantenere adeguate profondità per la navigazione, sono caratterizzati da contaminazioni multiple da metalli e inquinanti organici, per lo più idrocarburi. L'origine di tale contaminazione è da ricercare nei corsi d'acqua superficiali ma anche tra le numerose fonti inquinanti che caratterizzano gli ambienti portuali. In passato, il materiale dragato, a prescindere dal grado di contaminazione, veniva riversato prevalentemente in mare. Oggi, invece, tale pratica non è più consentita, facendo emergere, così, la necessità di una gestione sostenibile dei sedimenti.

Il presente lavoro di tesi, che si inserisce nell'ambito del progetto europeo Life+ SEKRET (Sediment ElectroKinetic REmediation Technology for heavy metal pollution removal). ha avuto come obiettivo quello di individuare le rese di decontaminazione conseguibili mediante lo svolgimento di un processo di elettrocinesi assistita, applicata a sedimenti prelevati in aree portuali dell'Italia centro-meridionale e debolmente contaminati da metalli. L'elettrocinesi è un trattamento chimico - fisico di bonifica particolarmente adatto per il trattamento di terreni a grana fine. I sedimenti marini, costituiti da una matrice prevalentemente limo-argillosa, elevata salinità ed elevato contenuto d'acqua, risultano essere la matrice ideale per l'applicazione dell'elettrocinesi.

L'attività sperimentale di tale lavoro è stata svolta sui sedimenti dragati e poi stoccati all'interno di casse di colmata dei porti di Napoli e di Piombino ed è stata articolata in due

fasi: la prima di caratterizzazione del materiale e la seconda dedicata all'esecuzione dei test di elettrocinesi. Nello specifico sono state eseguite quattro prove di bonifica elettrocinetica assistite mediante l'aggiunta di HNO_3 . Le prove sono state organizzate così da valutare l'effetto del dosaggio dei reagenti, delle modalità di applicazione degli stessi e della durata del trattamento sulle rese di rimozione dei contaminanti. I risultati ottenuti nell'ambito della presente tesi hanno evidenziato come l'intero processo sia stato fortemente influenzato dalla natura della contaminazione ma anche dalle caratteristiche della matrice solida utilizzata. Il processo è stato innanzitutto condizionato dalla capacità tampone della matrice solida. Infatti, il sedimento con la minore capacità tampone (quello utilizzato nel test 1), ha mostrato al termine della prova una maggiore acidificazione in tutte le sezioni, influenzando di conseguenza anche sul grado di avanzamento del fronte acido. Il confronto tra il test 3 ed il test 4 (nei quali è stato utilizzato il medesimo sedimento) ha invece evidenziato l'importanza del dosaggio dell'acido sia all'anodo che al catodo. La matrice solida utilizzata nella prova con HNO_3 aggiunto in entrambe le camere per una durata di 90 giorni, ha infatti prodotto un analogo grado di avanzamento del fronte acido rispetto a quella a 120 giorni con dosaggio di HNO_3 al solo catodo. Quindi, il condizionamento di entrambe le camere elettrodiche ha effettivamente apportato dei vantaggi sia in termini di avanzamento del fronte acido che di acidificazione del sedimento, ma ciò non si è conseguentemente tradotto anche in maggiori rese di rimozione delle specie metalliche. Il test 4 infatti ha mostrato percentuali di rimozione in tutti i casi inferiori rispetto al test 3. Sembrerebbe quindi che la configurazione operativa ottimale sia stata quella con dosaggio al solo catodo e durata di 120 giorni. In realtà, però, per comprendere meglio il significato di tali risultati è stato opportuno confrontarli con quelli ottenuti nell'ambito di un lavoro precedente nel quale erano state esplorate ulteriori condizioni operative. Infatti, a parità di sedimento e dosaggio di HNO_3 al solo catodo, la prova di durata pari a 120 giorni ha garantito rese di mobilizzazione dei metalli molto simili a quelle della prova a 90 giorni. Per questo non appare giustificato un prolungamento del trattamento fino a 120 giorni.

Dai risultati ottenuti è stato inoltre possibile intuire che la rimozione dei contaminanti metallici è stata influenzata non soltanto dall'acidificazione del sedimento ma anche dalla speciazione dei vari elementi. Infatti il Cromo, il Nichel ed il Cadmio nei test 3 e 4 hanno mostrato percentuali di rimozione più alte rispetto ai test 1 e 2, nonostante la maggiore capacità tampone della matrice solida, la più lenta migrazione del fronte acido e la più scarsa acidificazione del sedimento nelle diverse sezioni. Ciò è stato dovuto alla speciazione di tali metalli nel sedimento, rilevati maggiormente in frazioni più facilmente estraibili (riducibile, ossidabile e scambiabile) al contrario degli altri test in cui a prevalere è stata la frazione residua.

Dai risultati ottenuti nell'ambito della presente tesi è stato possibile osservare che l'efficienza del trattamento è effettivamente condizionata da numerosi parametri. Nello specifico è stato osservato come la durata del trattamento, le caratteristiche della matrice solida e le modalità di condizionamento delle camere elettrodiche sono aspetti fondamentali per la riuscita ottimale del processo. Dunque, il trattamento di bonifica elettrocinetica è effettivamente adatto alla decontaminazione delle matrici solide utilizzate, purché vengano individuate le giuste condizioni operative.