

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI NAPOLI**  
**“FEDERICO II”**

**Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale**



**Tesi di laurea in Ingegneria per l’Ambiente ed il  
Territorio:**

***“ Scelta dell’agente estraente ed ottimizzazione delle  
condizioni di lavaggio nei processi di bonifica di siti  
contaminati da metalli pesanti”***

**Relatore:**

**Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino**

**Correlatore**

**Ing. Alberto Ferraro**

**Candidato:**

**Murino Giovanni**

**matr. M67/125**

**Anno Accademico 2013/2014**

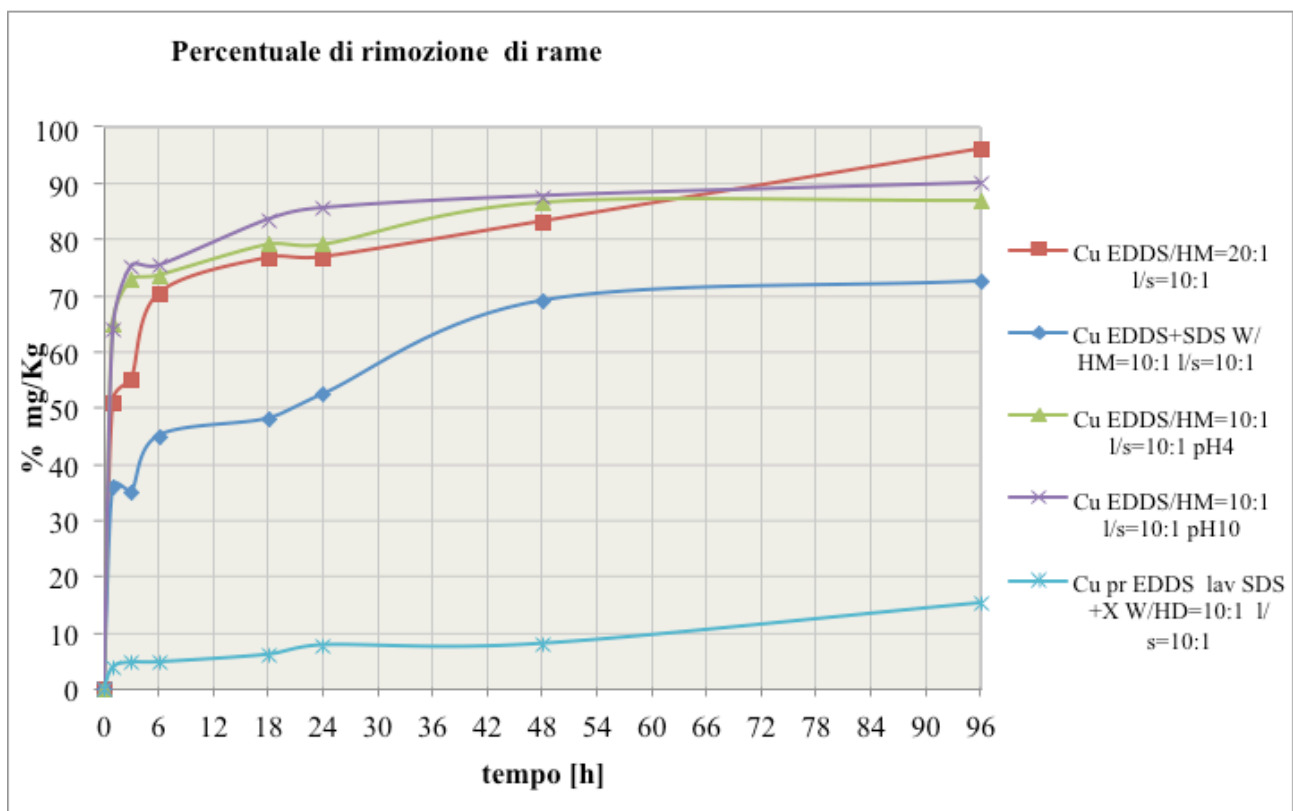
## Abstract

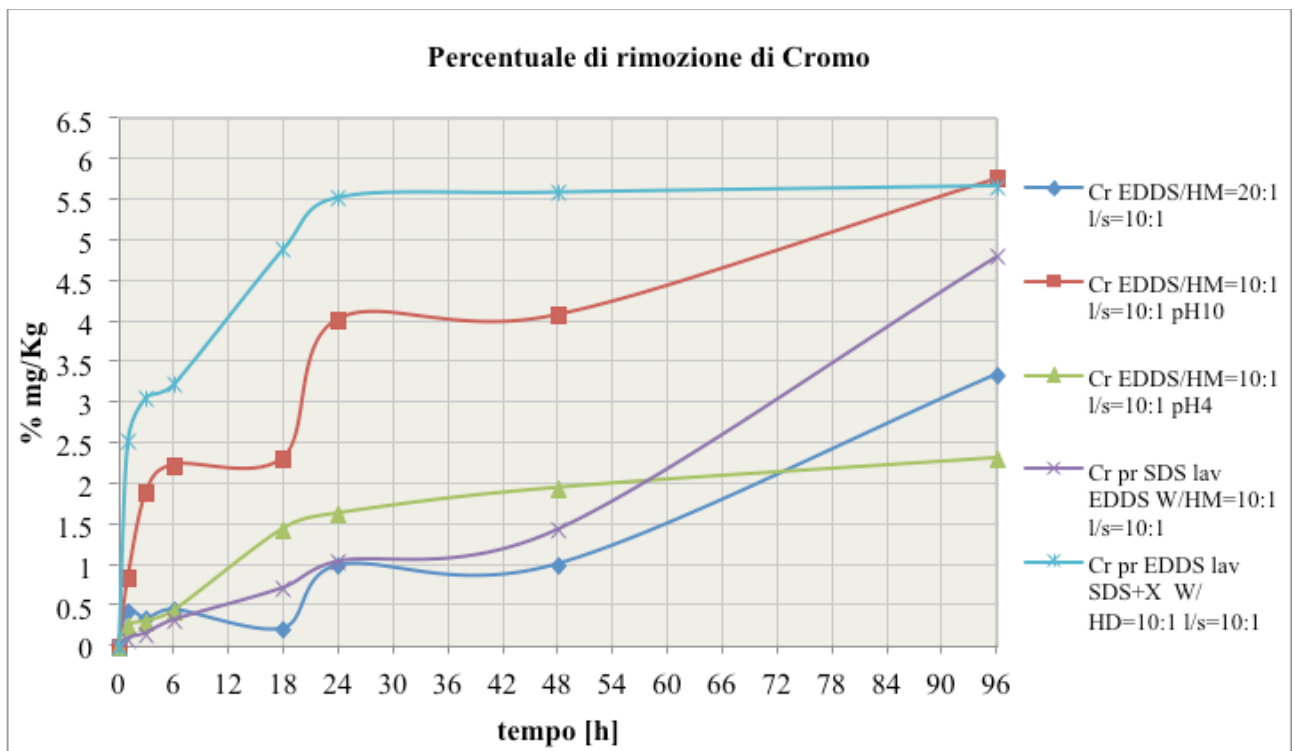
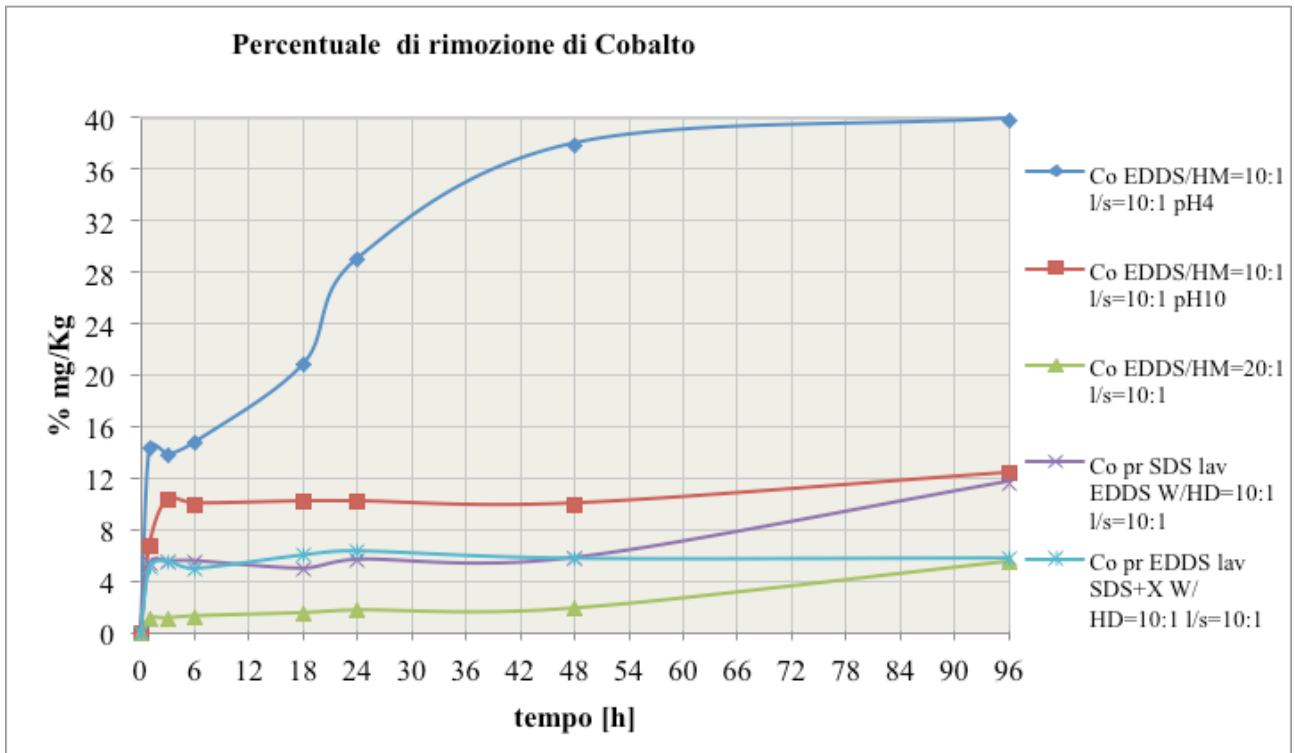
Il problema affrontato in questo elaborato sperimentale è stata la bonifica di siti contaminati da metalli pesanti di un suolo prevalentemente agricolo ubicato nel comune di Castel San Giorgio in provincia di Salerno.

È stata adottata come tecnica di bonifica del suolo il processo ex-situ di Soil Washing, valutando l'efficacia di diversi agenti estraenti, ed in particolare:

- EDDS
- SDS
- Xantano

Sono state inoltre variate le concentrazioni degli agenti estraenti ed i valori di pH adoperando sia tamponi acidi che basici, e sono state analizzati i rendimenti di rimozione degli inquinanti al variare dei tempi di lavaggio, così da studiare le cinetiche di processo.



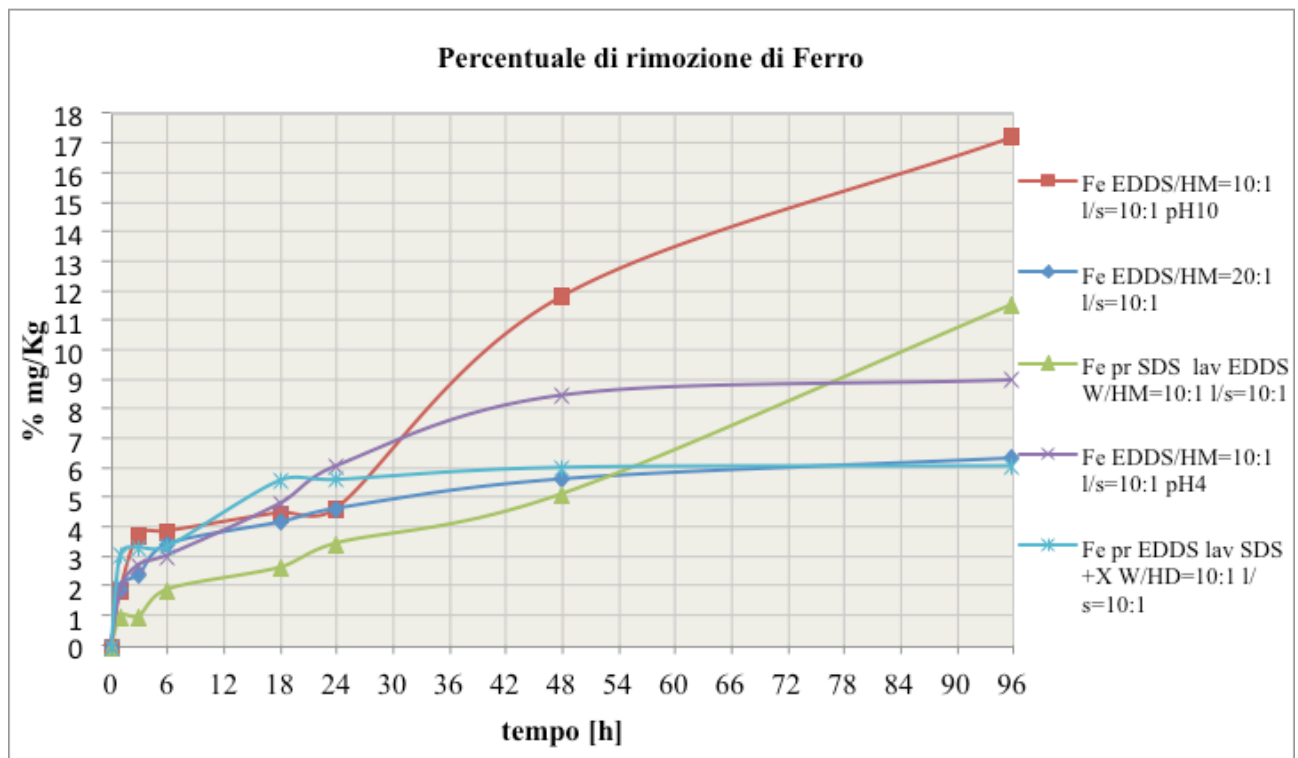


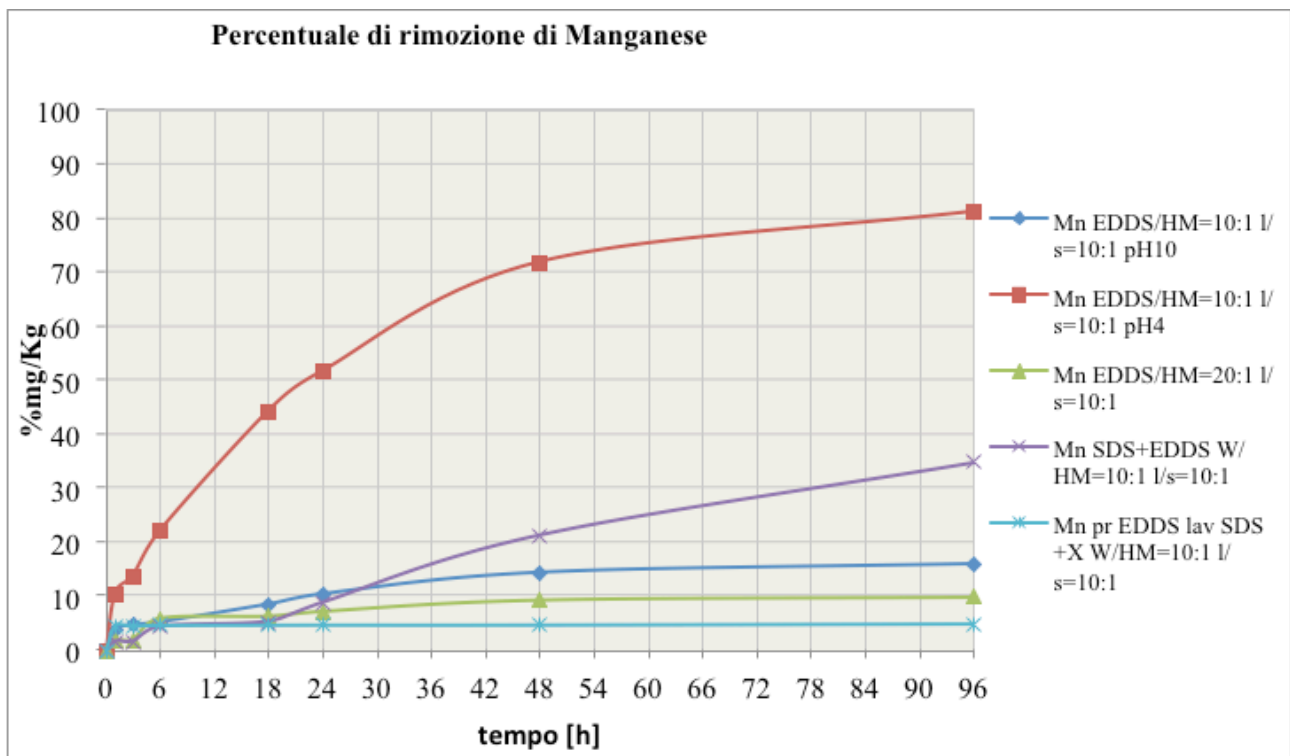
Come si può notare dal primo grafico l'andamento di rimozione del Cu in presenza di EDDS è pressoché identico al variare delle condizioni di pH, con l'unica differenza che l'aggiunta dei tamponi permette di ottenere rendimenti maggiori con rapporti molari minori. Si nota altresì che di tutte le soluzioni testate, le uniche in grado di raggiungere elevati rendimenti di rimozione sono

quelle a base di EDDS. I rendimenti sono invece molto deludenti sia adoperando il polimero che il tensioattivo.

Per l'estrazione del Co si sono ottenuti dei rendimenti molto bassi. Si riesce ad arrivare massimo al 12% tranne che per il lavaggio con EDDS a pH 4, condizione per la quale si ottengono valori di estrazioni fino al 40%, riuscendo ad eliminare quasi totalmente la quantità di metallo risultante dal 1° e 2° step dell'estrazione sequenziale. L'estrazione del Co con EDDS a pH 4 ha tuttavia una cinetica molto lenta, che raggiunge il plateau dopo 96 h.

Ancora più basse sono state le percentuali di rimozione del Cr basse per tutti i casi esaminati. Va peraltro notato che le quantità di Cr rilevate attraverso un processo di mineralizzazione ed uno di estrazione sequenziale sono molto simili, il che vuol dire che il Cr non è presente nella frazione residua, ma è maggiormente presente nella frazione ossidabile.





Per quanto riguarda i nutrienti si è cercato di ottenere estrazioni non troppo elevate. Il massimo valore di Fe estratto si è avuto con EDDS a pH 10 (circa 17%), mentre purtroppo con EDDS a pH 4 si è arrivati ad estrarre circa l'81% della frazione mobile di Mn, rendendo il suolo quasi privo di un elemento nutritivo. Estrazioni troppo elevate di Mn si sono avute anche con il tensioattivo.

Si può in definitiva osservare che mediante l'utilizzo dell'agente chelante EDDS sono state ottenute estrazioni molto elevate per il Cu presente nel suolo, riuscendo ad arrivare a valori molto al di sotto del valore limite imposto dalla normativa. Attraverso l'impiego di soluzioni tampone i rendimenti di estrazione del Rame sono migliorati riuscendo ad ottenere risultati soddisfacenti con rapporti molari molto inferiori rispetto al lavaggio con solo EDDS. Rendimenti di rimozione soddisfacenti sono stati ottenuti anche nel caso del Cobalto, raggiungendo valori inferiori al limite normativo, specialmente con l'impiego del tampone acetato.