



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Titolo della Tesi: “Valutazione sperimentale della fattibilità di un trattamento *ex-situ* di bioremediation per la bonifica di suoli contaminati da idrocarburi”

Laureando: Francesca Sampognaro

E-mail: fr.sampognaro@gmail.com

Relatore: Prof.ssa Agostina Chiavola

Correlatore: Prof.ssa Maria Rosaria Boni

L'attività sperimentale svolta presso il Laboratorio di Ingegneria Sanitaria Ambientale ha consentito di studiare l'efficacia del biorisanamento in reattore batch su suolo in fase *slurry* ovvero miscelato con acqua, e di effettuare una prima valutazione sulla fattibilità del trattamento biologico *ex-situ* su un terreno saturo inquinato da idrocarburi.

Sono state considerate le seguenti quattro diverse condizioni operative al fine di individuare quelle che risultavano più efficaci dal punto di vista della rimozione degli idrocarburi:

- **prova 1- terreno tal quale:** condotta su suolo tal quale, posto in agitazione per mezzo di ancoretta magnetica, a contatto con acqua di rete;
- **prova 2- terreno ed acqua satura di ossigeno:** condotta su suolo tal quale, posto in agitazione per mezzo di ancoretta magnetica, a contatto con acqua di rete preventivamente posta in condizioni sature di ossigeno per mezzo di un aeratore;
- **prova 3- terreno ed acqua satura di ossigeno ed aggiunta di nutrienti:** condotta su suolo tal quale, posto in agitazione per mezzo di ancoretta magnetica, a contatto con acqua di rete preventivamente posta in condizioni sature di ossigeno e addizionata di nutrienti. I nutrienti utilizzati sono, nel caso specifico, azoto, fosforo e potassio nella forma di: Cloruro di ammonio (NH_4Cl) e Diidrogeno fosfato di potassio (KH_2PO_4);

- **prova 4- terreno con inoculo ed acqua satura di ossigeno:** condotta su suolo tal quale, posto in agitazione per mezzo di ancorotta magnetica, a contatto con acqua di rete preventivamente posta in condizioni sature di ossigeno e addizionata di un inoculo. Nel caso specifico, l'inoculo utilizzato è un fango attivo ispessito.

Alla fine di ogni tipologia di prova, condotta per intervalli temporali di 50- 100- 150- 200- 250 ore, sono stati analizzati il terreno e l'acqua addizionata nei diversi status, e sono state valutate le condizioni operative migliori sulla base delle velocità di rimozione degli idrocarburi.

Le prove di bioremediation eseguite su tale materiale hanno evidenziato un diverso comportamento a seconda delle condizioni operative utilizzate. Nel caso di terreno miscelato con sola acqua di rete, come era possibile ipotizzare preliminarmente, l'efficienza di rimozione finale (-71,3%) è stata più bassa rispetto alle altre prove effettuate. Ossigenare l'acqua di rete ha sicuramente migliorato le efficienze di rimozione, in quanto le condizioni aerobiche hanno favorito le reazioni da parte della biomassa indigena. I risultati migliori si sono ottenuti andando ad addizionare all'acqua in condizioni sature di ossigeno, macronutrienti (ammoniaca e fosforo) ed inoculo (fango attivo ispessito) avendo ottenuto efficienze di rimozione rispettivamente dell' 87% e dell'88,2%. Nel primo caso l'aggiunta di tali macronutrienti, sotto forma di sali, ha incrementato il livello di biodegradabilità conseguibile dalla biomassa autoctona già presente naturalmente nel suolo, e quindi acclimatata al contaminante. Nel secondo caso il supplemento di inoculo batterico ha aumentato la concentrazione di biomassa attiva ed ha, quindi, reso possibile l'incremento delle velocità e delle efficienze di biodegradazione dei contaminanti. Anche se i risultati ottenuti sono solo preliminari, si può affermare come, nel caso in esame, le tecniche di biorisanamento *ex-situ* si possano ritenere più efficienti di quelle *in-situ*. Al fine di una valutazione oggettiva sulla scelta della tipologia di trattamento (*in-situ* – *ex-situ*) più conveniente, sia in termini ambientali che economici, è necessario considerare gli svantaggi connessi all'utilizzo di tali tecnologie: quelli *ex-situ*, riguardano anzitutto gli elevati costi connessi alla movimentazione e al trasporto materiale, ma anche e soprattutto al maggior impatto ambientale generato dall'escavazione e dal trasporto del suolo inquinato, con conseguente innalzamento di polveri, emissione di inquinanti da macchine operatrici presenti in cantiere e da mezzi di trasporto, riduzione della qualità protettiva del suolo rispetto alle falde acquifere, deterioramento delle proprietà fisiche del terreno (aggregazione, permeabilità, porosità) ed emissioni acustiche mentre le tecnologie *in-situ* risultano meno efficienti ma più economiche e di minore impatto sull'ambiente.

È necessario ulteriormente sottolineare che i risultati ottenuti derivano da studi preliminari effettuati su un terreno avente determinate caratteristiche e contaminato da particolari Idrocarburi e quindi non è possibile, almeno in questa fase, poter generalizzare i risultati per terreni aventi caratteristiche differenti e differenti tipi di Idrocarburi; al fine di ottenere una validazione dei risultati ed un quadro più ampio possibile sulle tipologie di trattamento più efficaci si propone quindi la ripetizione delle medesime tipologie di prove variando sia le ore di trattamento che la concentrazione di nutrienti e inoculo addizionati; può risultare di interesse inoltre determinare le efficienze di rimozione specifiche delle classi più importanti di Idrocarburi in funzione dei microrganismi utilizzati per le prove al fine di poter individuare trattamenti specifici per le diverse contaminazioni.