

Trattamento di un plume esteso all'interno di un'area metropolitana in Italia

CASO DI STUDIO

PlumeStop consente il trattamento rapido di un plume di solventi clorurati a basse concentrazioni

INTRODUZIONE

Nell'ambito di un importante progetto di rinnovamento infrastrutturale comprendente la costruzione di una stazione ferroviaria sotterranea per treni ad alta velocità, è stato individuato un plume diffuso di solventi clorurati.

È stato effettuato per oltre un decennio il monitoraggio al di sotto della stazione ferroviaria e del circostante centro di Bologna. Sebbene un'area avesse mostrato concentrazioni superiori a 1.000 $\mu\text{g/L}$, la maggior parte delle concentrazioni di solventi clorurati risultavano basse (100 $\mu\text{g/L}$ o inferiori) ma persistenti e con sostanziale assenza di un'effettiva attenuazione naturale.

I contaminanti principali sono il TCE e il cis-1,2-DCE, presenti in due acquiferi con caratteristiche geologiche differenti tra loro:

- l'acquifero superficiale ha uno spessore di 6-8 m ed è costituito da sabbie fini e limi,
- l'acquifero più profondo ha uno spessore di 2-4 m ed è costituito da sabbie più permeabili.

La contaminazione individuata era stata considerata sostanzialmente non trattabile a causa delle basse concentrazioni, della posizione e delle dimensioni dell'area.

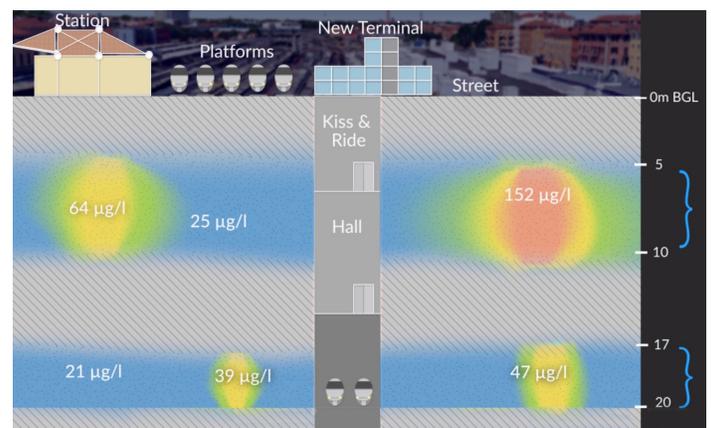


Fig. 1 (sopra): Sezione illustrativa dei due acquiferi contaminati.

Fig. 2 (sotto): Vista generale della stazione ferroviaria e dell'area circostante, fonte: Google Earth



STRATEGIA DI BONIFICA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

L'Università di Roma "La Sapienza" è stata incaricata di valutare le possibili strategie di intervento, redigere il progetto di bonifica e supervisionarne l'esecuzione. Sulla base dei dati di monitoraggio e di indagini specifiche, test di laboratorio e studi in microcosmo, aveva individuato la dechlorurazione biologica riduttiva come possibile approccio di trattamento, tecnologia che tuttavia era considerata non attuabile per questo sito a causa della possibile inefficienza a tali basse concentrazioni. Tuttavia, con l'introduzione dell'innovativa tecnologia **PlumeStop® Liquid Activated Carbon**, un ulteriore possibile approccio di trattamento è risultato applicabile.

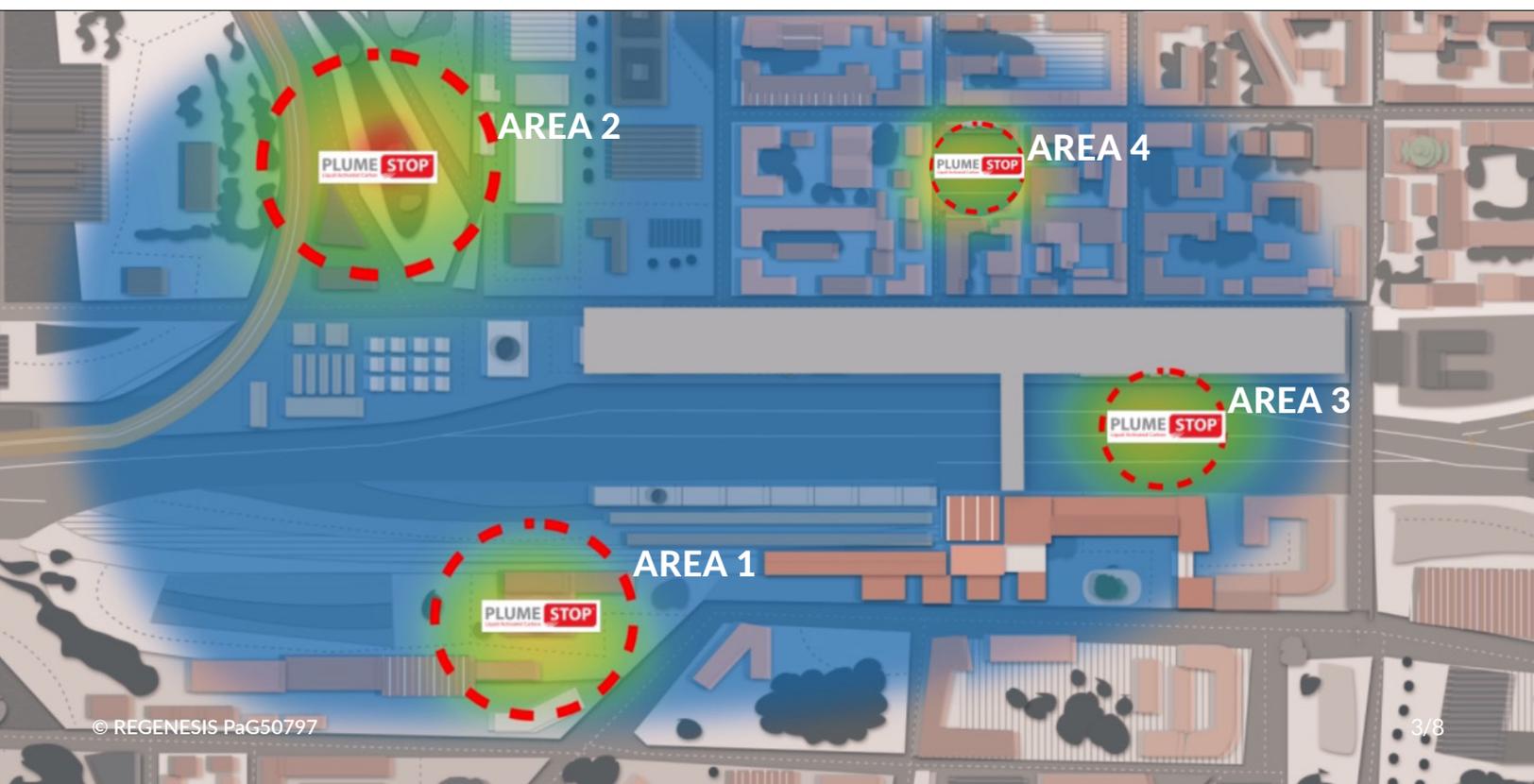
PLUME STOP
Liquid Activated Carbon

PlumeStop consente di trattare in modo efficace plume estesi e a basse concentrazioni di contaminanti, in quanto lavora attraverso la **combinazione dell'adsorbimento in situ e della biodegradazione potenziata**. La tecnologia fornisce un trattamento rapido e sostenuto fino a concentrazioni estremamente basse attraverso una singola e semplice iniezione all'interno dell'acquifero.

Non essendo necessaria l'installazione di impianti e con attività di campo minimali, risultata questa soluzione è ideale per questo sito ampio e complesso, con aree interne alla stazione ferroviaria, zone residenziali e cantieri infrastrutturali in corso di realizzazione.

Fig. 3 (sotto):
Localizzazione
trattamento full scale:
interventi sui 4 'hot
spots' all'interno del
plume diffuso e a basse
concentrazioni

La strategia per questo sito è consistita nel trattare tutti gli "hot spots" accessibili all'interno del plume, utilizzando la prima area come prova pilota al fine di confermare dosaggi e distribuzione.



TRATTAMENTO

Per la realizzazione della **prova pilota**, REGENESIS ha installato 6 postazioni di iniezione multilivello e applicato dei dosaggi specifici di **PlumeStop** a seconda delle diverse profondità. Le attività di campo per la realizzazione del test pilota sono state realizzate in 3 settimane comprendendo anche una serie di test specifici realizzati per confermare l'efficienza di trattamento e definire i parametri necessari per il dimensionamento degli interventi full scale.

Il **trattamento full scale** è consistito nell'applicazione nei quattro "hot spot" identificati (vd. Figura 3, pagina precedente). Nelle Aree 1 e 2 sono state utilizzate postazioni di iniezione multilivello, mentre nelle aree con limitazioni di accesso: Area 3 (all'interno della stazione ferroviaria) e Area 4 (in una zona residenziale), sono state realizzate iniezioni direct push. In ognuna delle aree è stata realizzata un'unica applicazione PlumeStop, effettuata quando è stato concesso l'accesso; ciò ha comportato che, a causa dei lavori infrastrutturali in corso, il trattamento full scale è stato spalmato su un arco temporale di due anni.

In tutte le aree di trattamento il PlumeStop è stato applicato insieme agli elettrodonatori REGENESIS **HRC®** e **HRC Primer®**, al fine di fornire una biostimolazione e sostenere nel tempo i processi di bio-rigenerazione degli spazi di adsorbimento nella barriera a carboni attivi.



Fig. 4: Prove sui suoli durante il test pilota

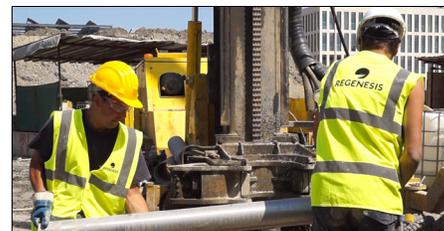


Fig. 5: Perforazione postazioni prima delle iniezioni in Area 2

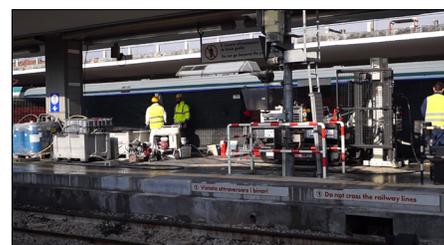


Fig. 6: Iniezione del PlumeStop sulla banchina della stazione ferroviaria in Area 3

Fig. 7 (sotto): Iniezioni direct push sulla strada in Area 4



RISULTATI

È stato eseguito su tutte le aree di trattamento da parte dell'Università La Sapienza un monitoraggio a lungo termine, fino a 5 anni post-iniezione. Ciò ha evidenziato una rapida riduzione dei solventi clorurati, sia i composti genitore (PCE, TCE) che i sottoprodotti (DCE, VC). Le concentrazioni di tutti i composti clorurati sono diminuite nel giro di pochi mesi; nella maggior parte dei piezometri le concentrazioni di tutti i composti clorurati hanno raggiunto obiettivi stringenti quali le CSC e in molti casi sono risultati al di sotto dei limiti di rilevabilità.

I sottoprodotti di degradazione cis-1,2-DCE e VC, inoltre, evidenziano nella maggior parte dei punti un trend in diminuzione fin dall'inizio del trattamento, a differenza dell'iniziale aumento con successiva diminuzione generalmente attesi con trattamenti di dechlorurazione riduttiva potenziata (ERD) di tipo classico. Ciò è dovuto al fatto che la completa degradazione dei contaminanti avviene sulla superficie della biomatrice PlumeStop e non in fase disciolta.

Diversi anni di monitoraggio hanno dimostrato il **mantenimento nel tempo di bassi livelli di concentrazione, senza alcun rebound**. Ciò è dovuto alla continua rigenerazione degli spazi di adsorbimento sul carbone attivo fornita dalla biodegradazione potenziata (durante il periodo di rilascio di idrogeno da parte dell'HRC) e poi mantenuta attraverso processi naturali supportati da elettrodonatori presenti in natura.

Per tre delle aree il periodo di validazione è ormai completato e hanno ottenuto la **certificazione di avvenuta bonifica** e la **chiusura del procedimento**. Nell'Area 1 è stata osservata un'ulteriore contaminazione che si ritiene stia migrando da monte idrogeologico della stazione ferroviaria; per tale area è stata realizzata un'applicazione del prodotto S-MicroZVI a base di ferro zero-valente colloidale solforato per una riduzione chimica in situ (ISCR) della contaminazione, che lavorerà in combinazione con l'adsorbimento e la biodegradazione in corso.

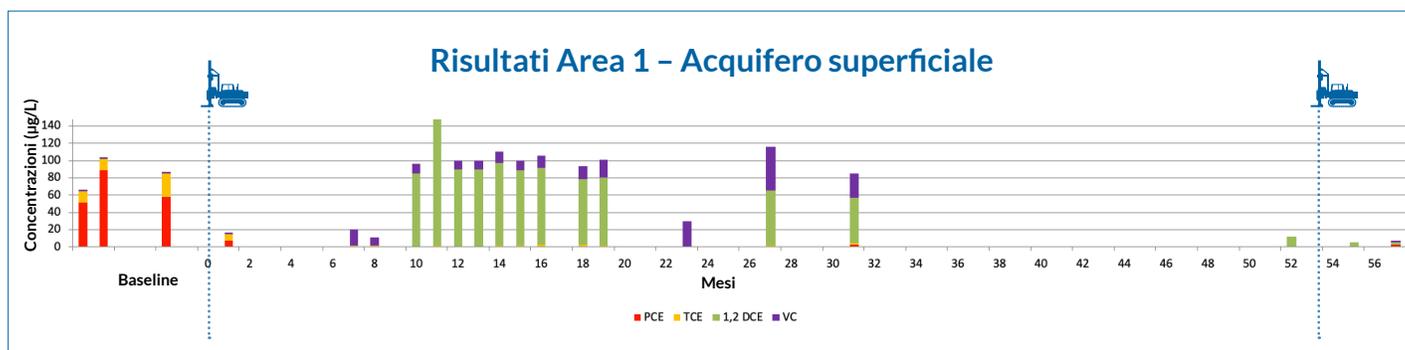


Fig. 8: Concentrazioni medie di clorurati nell'Area 1 nel tempo, pre e post-iniezione (trattamento dell'acquifero superficiale). L'area ha ricevuto un'applicazione ISCR aggiuntiva per gestire la contaminazione in ingresso da monte

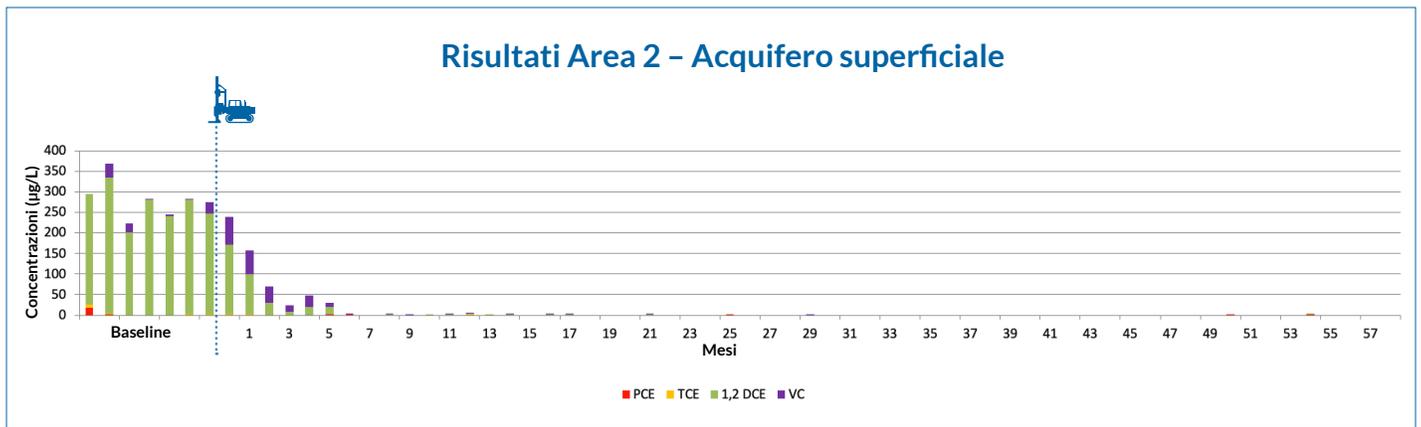


Fig. 9: Concentrazioni medie di clorurati nell'Area 2 nel tempo, pre e post-iniezione (trattamento dell'acquifero superficiale)

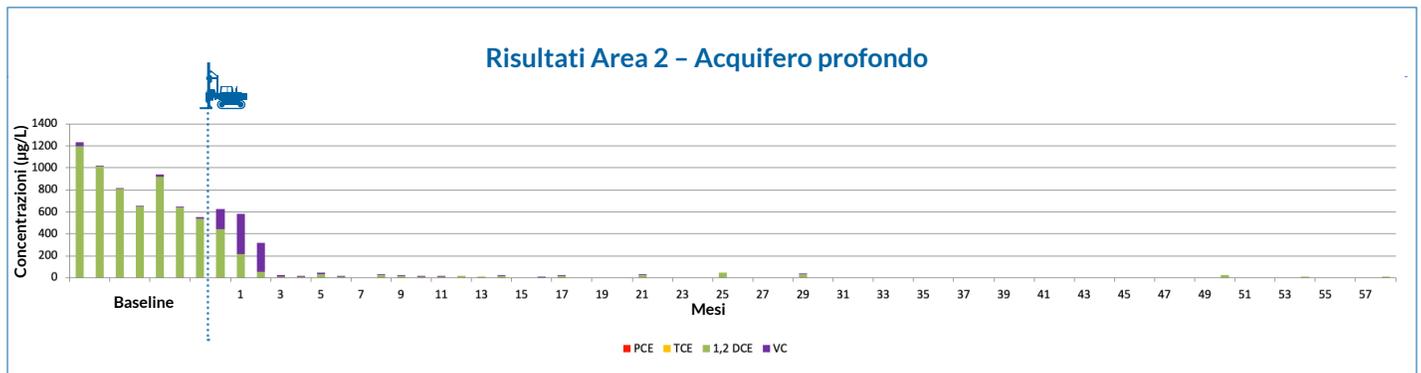


Fig. 10: Concentrazioni medie di clorurati nell'Area 2 nel tempo, pre e post-iniezione (trattamento dell'acquifero profondo)

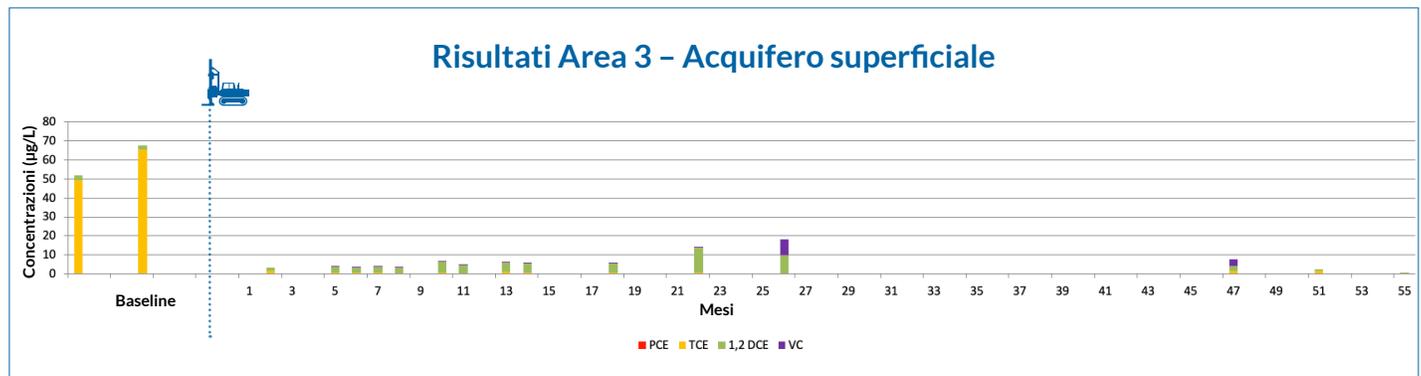


Fig. 11: Concentrazioni medie di clorurati nell'Area 3 nel tempo, pre e post-iniezione (trattamento dell'acquifero superficiale)

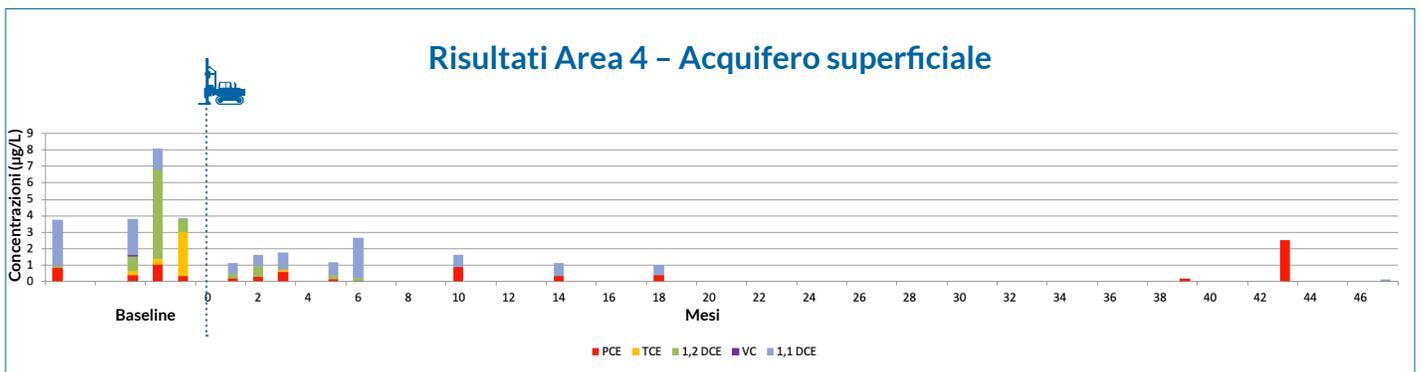


Fig. 12: Concentrazioni medie di clorurati nell'Area 4 nel tempo, pre e post-iniezione (trattamento dell'acquifero superficiale). Il contaminante di interesse in quest'area era 1,1-dicloroetilene

CONCLUSIONI

La combinazione di adsorbimento in situ e biodegradazione si è rivelata una soluzione efficace per la gestione di un plume diffuso, fornendo risultati rapidi e stabili nel tempo senza incremento di sottoprodotti. Gli aspetti chiave di questo intervento di bonifica sono:

- Un trattamento efficace e di successo è stato ottenuto con una singola applicazione contestuale per due differenti acquiferi, riducendo al minimo i disagi per il centro abitato, la stazione ferroviaria e le attività infrastrutturali.
- PlumeStop Liquid Activated Carbon si è dimostrato una tecnologia in situ con capacità uniche e senza precedenti, in grado di rimuovere rapidamente i contaminanti dalla falda e degradarli nell'arco di pochi mesi.
- Un trattamento per questo sito sembrava inizialmente impossibile a causa delle basse concentrazioni iniziali, degli obiettivi stringenti, delle dimensioni del plume e della sua posizione all'interno di un centro cittadino. PlumeStop ha reso possibile questo trattamento, in maniera semplice e vantaggiosa economicamente.
- Grazie alla capacità di autorigenerazione della biomatrice, non c'è alcuna necessità di riapplicazione, ottenendo un trattamento continuo nel tempo confermato dal monitoraggio di validazione eseguito a lungo termine su tutto il sito.

“La possibilità di utilizzare PlumeStop è stata fondamentale per creare una strategia di successo per la gestione di questo sito.

La fruttuosa collaborazione tra tutti i partner accademici e industriali ha portato a un intervento di bonifica efficace in quella che all'epoca è stata la prima applicazione PlumeStop in Europa.”



COORDINATORE DEL PROGETTO

Prof. Marco Petrangeli Papini
Università La Sapienza di Roma



A PROPOSITO DEL COORDINATORE DEL PROGETTO

Prof. Marco Petrangeli Papini - Università La Sapienza di Roma

Laureato con Lode in Chimica Industriale nel 1990 e Dottore di Ricerca in "Scienze Chimiche" nel 1994, è attualmente Professore Ordinario presso il Dipartimento di Chimica dell'Università di Roma "Sapienza". Svolge attività di ricerca prevalentemente nel settore dello studio e sviluppo di processi e tecnologie per la bonifica di suoli e acquiferi contaminati. È autore in questo ambito di oltre 90 pubblicazioni scientifiche su riviste e libri a diffusione internazionale e oltre 80 comunicazioni a convegni nazionali/internazionali. È co-titolare di 5 brevetti che riguardano la depurazione di acque e il risanamento di siti contaminati.

È Direttore dal 2010 del Master di II livello in "Caratterizzazione e Tecnologie per la Bonifica dei Siti Inquinati" dell'Università di Roma "La Sapienza". È stato membro dal febbraio 2010 al dicembre 2015 della Segreteria Tecnica del Ministero dell'Ambiente come esperto nella bonifica sui siti di interesse nazionale e ha partecipato al Gruppo di Lavoro per il Riassetto e la Codificazione delle Normative Vigenti in Materia Ambientale e per la revisione degli Allegati alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006.

Il Prof. Marco Petrangeli Papini è ed è stato coordinatore di numerosi progetti e unità operative di ricerca sia nazionali che internazionali per la bonifica dei siti inquinati mediante processi innovativi accoppiati chimico/fisici e biologici.



CONTATTI

italy@regenesi.com
+39 338 8717925

WWW.REGENESIS.COM

