

**PRB iniettabile consente una bonifica
rapida di un plume di clorurati
permettendo la riqualificazione
in pochi mesi**



CASO DI STUDIO

**Obiettivi stringenti raggiunti in tempi brevi, nonostante
le difficili condizioni del sito**



INTRODUZIONE

Uno stabilimento dismesso per la produzione di cornici in argento in un'area urbana del Centro Italia si trova in fase di riqualificazione, che prevede la demolizione integrale degli edifici industriali esistenti e la costruzione di edifici residenziali.

Le attività industriali passate avevano causato la **contaminazione da solventi clorurati** nel sottosuolo. Sebbene siano state rilevate nelle aree sorgente concentrazioni moderate, la formazione geologica permeabile e l'elevata velocità delle acque di falda (> 200 metri/anno) avevano formato un plume allungato che si estendeva oltre il confine di valle idrogeologico del sito.



Rappresentazione grafica dell'edificazione residenziale

L'impresa costruttrice aveva stabilito un **termine temporale molto ambizioso** per il completamento della bonifica, poiché intendeva vendere i nuovi immobili residenziali avendo già ottenuto la chiusura del procedimento, ottenendo il massimo ritorno economico dall'investimento.

Pertanto, la scelta della strategia di bonifica doveva concentrarsi su una soluzione rapida ed efficace che **evitasse l'installazione a lungo termine di impianti di emungimento attivi** in sito e provocasse un'interferenza minima con le attività di costruzione in corso.

La società ambientale **CECAM** ha eseguito le indagini sul sito e ha determinato che non vi era alcun rischio sanitario per i futuri utenti residenziali dell'area; pertanto la bonifica doveva concentrarsi sulla protezione dell'ambiente esterno al sito.

È stato stabilito che una **barriera permeabile reattiva iniettabile in situ (iPRB)**, situata lungo il confine di valle idrogeologico del sito, sarebbe stata la soluzione ottimale per prevenire la migrazione off-site e proteggere i recettori ambientali sensibili. Questa soluzione è stata approvata dagli Enti preposti al controllo, quale intervento sostitutivo di un impianto di trattamento Pump & Treat precedentemente approvato previsto dal precedente proprietario, in quanto la nuova soluzione evitava di avere impianti attivi in sito per decenni in una zona residenziale, con necessità di portare l'acqua contaminata in superficie.

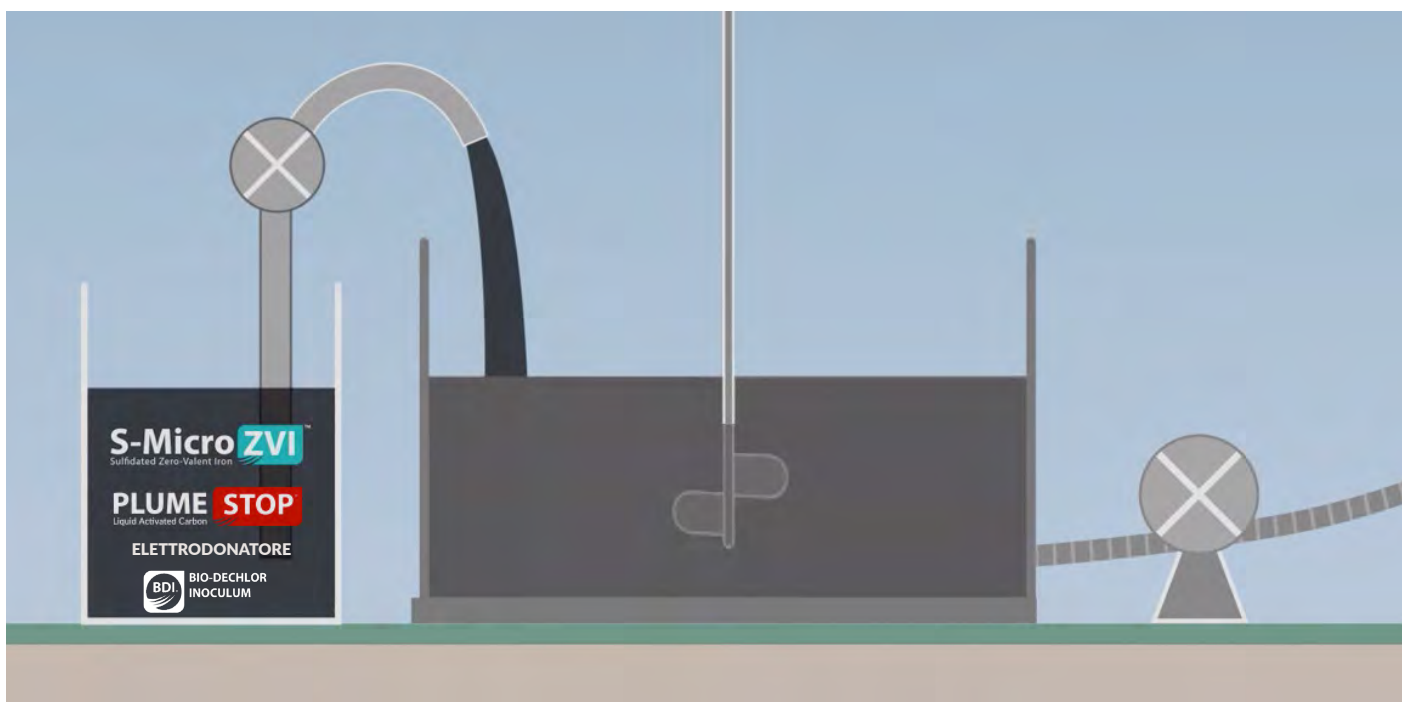
TECNOLOGIE DI BONIFICA: UN APPROCCIO COMBINATO

Le tecnologie utilizzate hanno compreso tre reagenti liquidi che sono stati co-iniettati: un carbone attivo colloidale, un ferro zero-valente (ZVI) colloidale solfurato e un elettrodonatore organico con rilascio a lungo termine, combinati con bioaugmentation mediante uno specifico consorzio di microrganismi dechloruranti. Queste tecnologie forniscono una combinazione di adsorbimento in situ, riduzione chimica e biodegradazione dei composti clorurati. Grazie alla sinergia tra questi processi fisici, chimici e biologici, si è ottimizzata l'efficienza della bonifica in termini sia di tempistiche che di minimizzazione della formazione di sottoprodotti.

“Grazie alla sinergia tra questi processi fisici, chimici e biologici, si è ottimizzata l'efficienza della bonifica in termini sia di tempistiche che di minimizzazione della formazione di sottoprodotti.”

Il progetto ha previsto un approccio combinato con una iPRB installata lungo il confine di proprietà di valle, combinando **PlumeStop®** e **S-MicroZVI®** per rimuovere i solventi clorurati dalle acque sotterranee e quindi distruggerli utilizzando una potente tecnologia ISCR.

La dechlorurazione riduttiva potenziata è stata effettuata attraverso la biostimolazione e la bioaugmentation utilizzando un elettrodonatore REGENESIS a rilascio controllato e il consorzio microbico **BDI Plus®**. Tale tecnologia è stata utilizzata per degradare rapidamente i bassi livelli di sottoprodotti (DCE e VC) che possono formarsi durante il trattamento e quelli che esistevano già nel plume a causa dell'attenuazione naturale in corso dei composti genitore PCE e TCE.





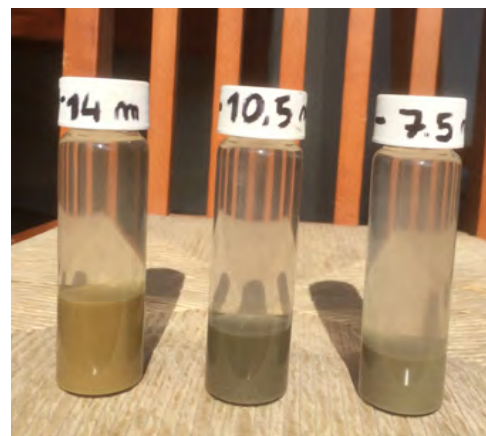
APPLICAZIONE

Prima dell'installazione della iPRB sono state eseguite indagini di **Design Verification Testing (DVT)** al fine di ottenere informazioni dettagliate sulla localizzazione delle zone di flusso dei contaminanti e sull'approccio ottimale di iniezione. Ciò ha consentito di confermare l'esatta posizione e composizione della iPRB, oltre a consentire una maggiore comprensione dell'efficacia e della longevità del trattamento, consentendo a REGENESIS di **offrire al cliente una soluzione con garanzia di risultato.**

REGENESIS Remediation Services ha quindi completato l'applicazione Full Scale di una iPRB lunga 25 m lungo il confine del sito, su uno spessore verticale di 8 metri, intercettando da 6 a 14 m da p.c. la porzione meno profonda della falda superficiale contaminata.

I lavori sono stati completati utilizzando l'iniezione con tecnologia a spinta diretta (direct push technology, DPT), con tutti i prodotti co-applicati nello stesso evento di iniezione. L'iniezione DPT ha utilizzato solo attrezzatura temporanea con un ingombro ridotto e non ha richiesto installazioni fisse né impianti di trattamento in sito. Per tutta la lunghezza della barriera sono stati realizzati 13 punti di iniezione direct push con una spaziatura di 2 m, in ciascuno dei quali sono stati iniettati a bassa pressione circa 4000 litri di soluzione.

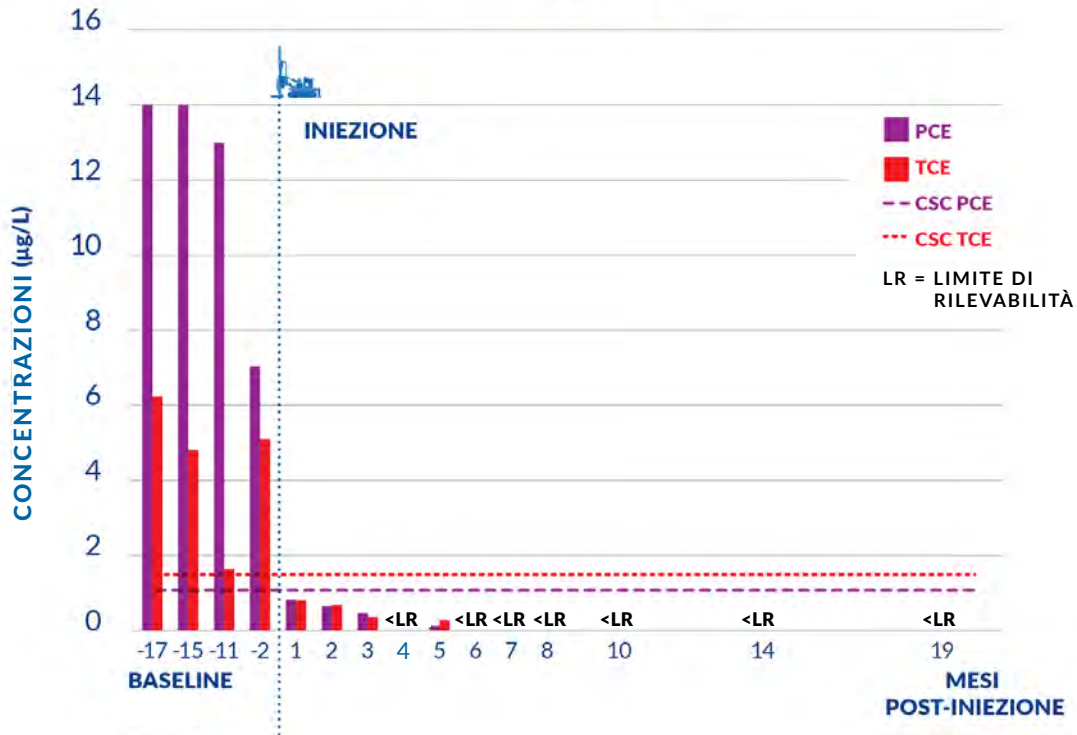
Durante le attività di iniezione sono stati eseguiti campionamenti e prove di verifica della posizione dei reagenti, al fine di garantirne una buona distribuzione. Questi campionamenti hanno consentito adattamenti in tempo reale dei volumi e della spaziatura, per installare una zona di trattamento continua ed efficace lungo il confine del sito. A pochi metri di distanza, durante i lavori di iniezione, venivano completati gli scavi e la realizzazione del parcheggio interrato.



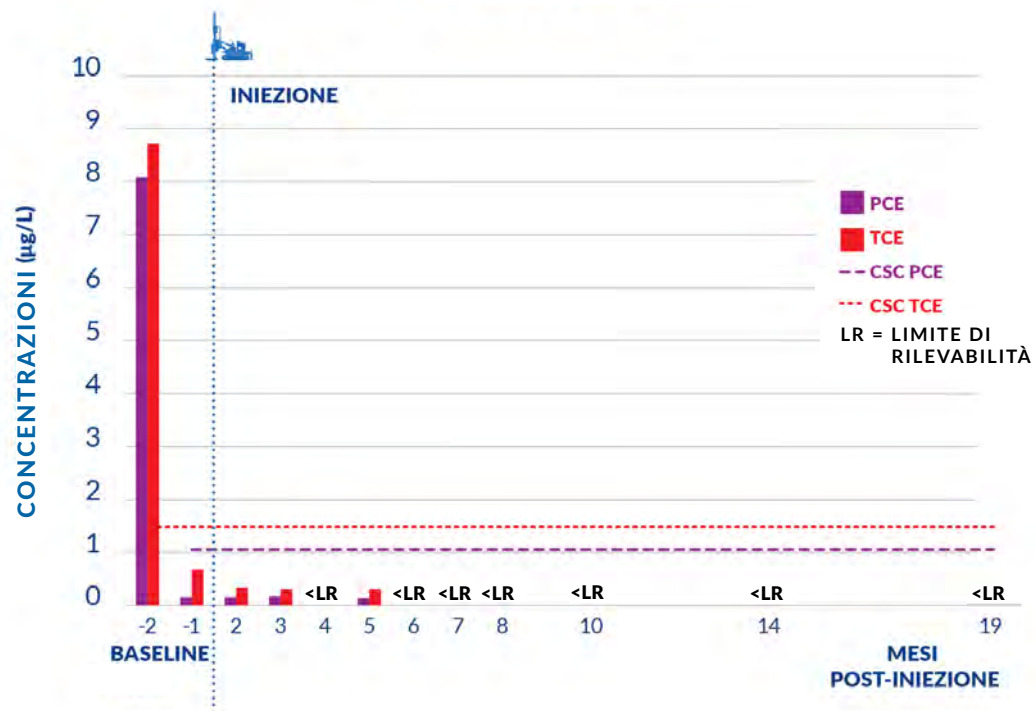
RISULTATI

Il monitoraggio post-applicazione eseguito da CECAM ha evidenziato una rapida riduzione di PCE e TCE e il raggiungimento immediato degli obiettivi di bonifica stringenti già nella prima campagna di monitoraggio.

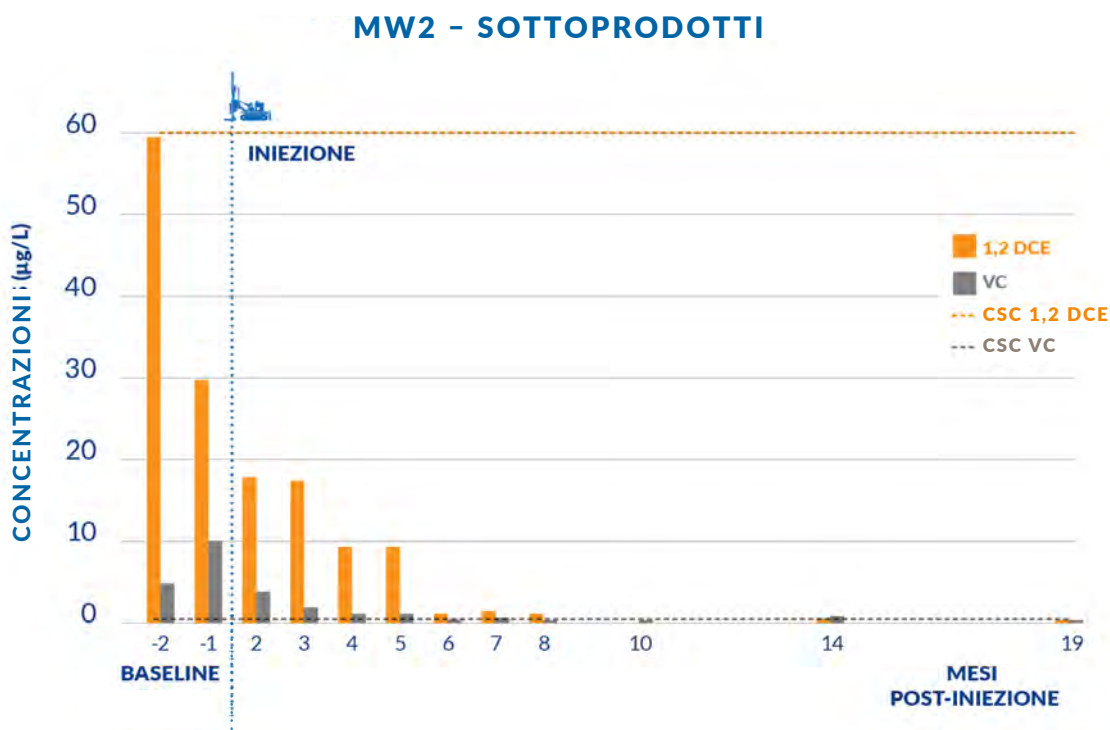
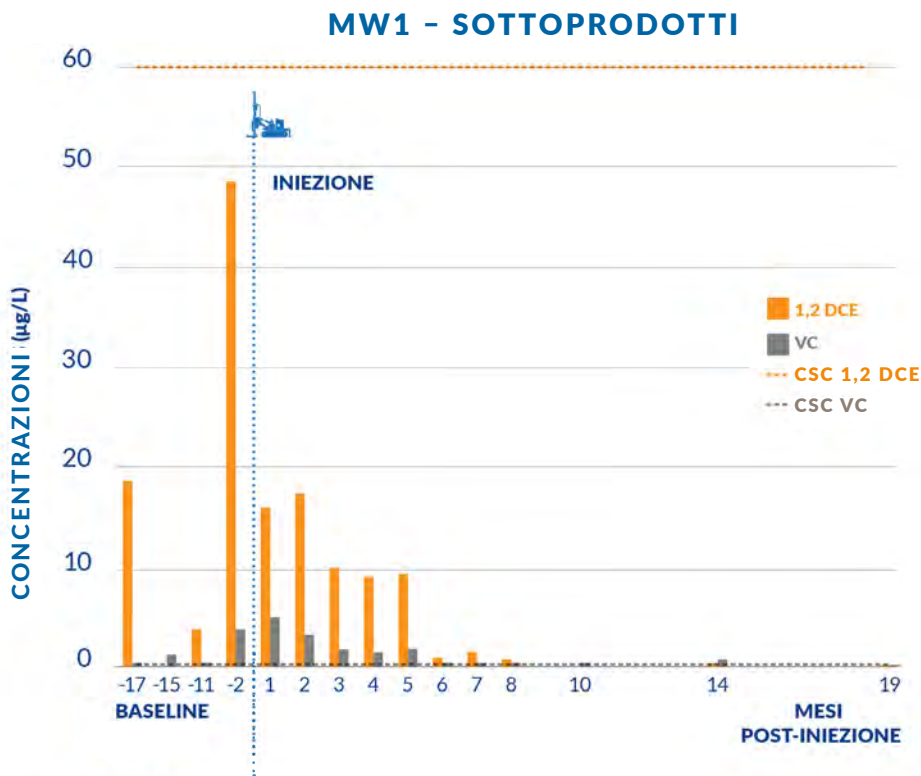
MW1 - PCE TCE



MW2 - PCE TCE



Gli obiettivi per i sottoprodotti (cis-1,2 DCE e VC) sono stati raggiunti in pochi mesi (<0,5 µg/L per VC). Non è stato osservato alcun accumulo di sottoprodotti di degradazione, grazie all'uso di PlumeStop (adsorbimento) e S-MicroZVI (ISCR).

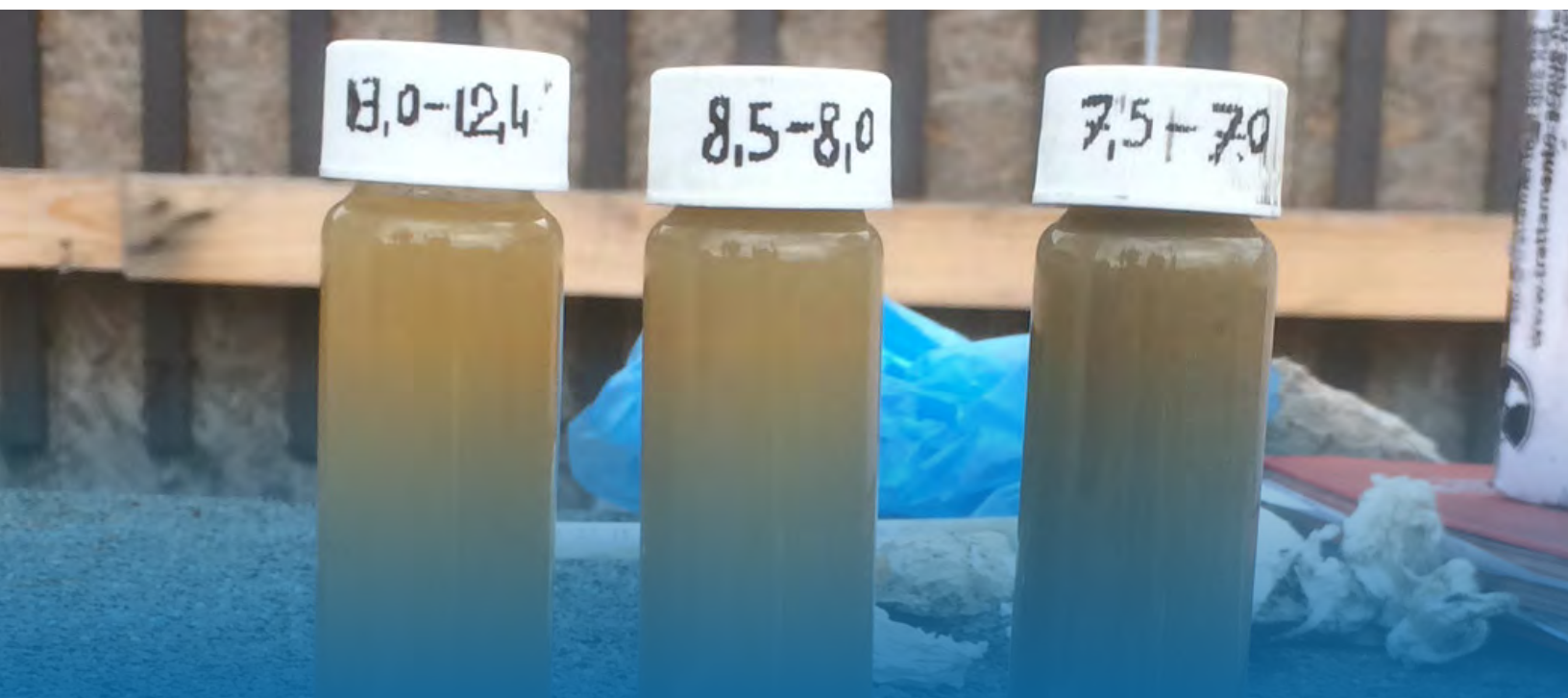


CONCLUSIONI

Il monitoraggio di validazione a seguito del raggiungimento della piena conformità, eseguito attraverso i due punti di conformità (POC) situati 3 m a valle della iPRB, ha confermato il mantenimento nel tempo per 2 anni dopo l'applicazione di concentrazioni ridotte e stabili al di sotto degli obiettivi di bonifica, senza alcun rebound né oscillazione dei dati.

Ciò ha consentito di ottenere la chiusura formale del procedimento di bonifica nei tempi previsti, prima del completamento della costruzione residenziale. La società di riqualificazione dell'area ha quindi potuto immettere sul mercato gli immobili residenziali di nuova costruzione parallelamente alla conclusione delle attività di bonifica. REGENESIS ha fornito una garanzia di performance, per dare al cliente certezza sui tempi e sul budget.

Gli obiettivi di bonifica sono stati raggiunti nei tempi e nei limiti di budget previsti dal cliente attraverso un contratto garantito. Ciò è stato possibile sviluppando un'eccellente comprensione delle zone di flusso dei contaminanti, utilizzando nel progetto una sinergia di tecnologie di bonifica, con l'uso di substrati ad ampia distribuzione altamente efficaci, operando un'accurata iniezione a bassa pressione nelle zone di flusso, verificando e adattando la distribuzione dei reagenti al fine di fornire al cliente una soluzione rapida e a lungo termine.



“**REGENESIS è stata di supporto in tutte le fasi, già da prima del nostro progetto di bonifica con le attività di approfondimento di indagini. Il loro contributo è stato fondamentale per identificare come progettare al meglio il trattamento e ha portato a un intervento molto lineare per il mio cliente, raggiungendo gli obiettivi in modo tempestivo e senza sorprese.**”

Alessandro Lucchesini
Responsabile Tecnico, CECAM
a.lucchesini@cecamsrl.it | +39 335 835 0588

A PROPOSITO DEL CONSULENTE AMBIENTALE

CECAM è attiva da oltre 25 anni in Toscana e in tutta Italia, offrendo servizi di consulenza ambientale, compresa la progettazione e realizzazione di interventi di bonifica del sottosuolo, per suoli e acquiferi contaminati.

CECAM s.r.l.
Piazzale Donatello 20
50132 Firenze
Italy



CONTATTI

italia@regenesi.com
+39 338 8717925

WWW.REGENESIS.COM

