



Istruzioni per l'applicazione



Tabella riassuntiva applicazione PetroFix

La tabella seguente è una guida di riferimento rapido che fornisce solo le informazioni più rilevanti. Si prega di esaminare attentamente l'intero documento, oltre alla scheda di dati di sicurezza del prodotto prima di qualsiasi applicazione. Si prega di contattare il supporto tecnico di REGENESIS per ulteriore assistenza.

Metodi di applicazione possibili	Direct push: In pozzo; In scavo.
Fattore di diluizione tipico	1:10 (esatto fattore di diluizione da discutere con REGENESIS) 1 kg di PetroFix concentrato in 10 litri di acqua
Attività di miscelazione	Omogeneizzare prodotto concentrato prima di trasferirlo. Trasferire prodotto concentrato nella vasca già piena d'acqua. Versare gli elettroaccettori solo dopo completa omogeneizzazione.
Pompa di iniezione raccomandata	Pompa a membrana.
Pressione di iniezione raccomandata	Iniezione a bassa pressione. Tipicamente 1-4 bar. NON esercitare una pressione eccessiva sulla matrice del sottosuolo e NON fratturarla. Regolare la pressione utilizzando il regolatore di pressione. Prendere nota di pressione e portata per ogni step.
Iniezione direct push	Utilizzare una punta retrattile; evitare punta attivata a pressione. Tipici step di iniezione ogni 30-60 cm. Definire in campo se utilizzare sequenza 'top-down' o 'bottom-up'.
Applicazione in pozzo	Iniezione a bassa pressione; NON alimentare per gravità. Utilizzare packer singolo o doppio. Lavare bene con acqua pulita dopo l'applicazione.
Applicazione in scavo	Può essere applicato in forma spray o con un escavatore.
Ulteriori raccomandazioni	Lavare e pulire sempre con acqua pulita. Sigillare i punti di iniezione direct-push dopo l'iniezione. Non utilizzare P&T o altre attività che potrebbero disturbare le acque sotterranee nell'area circostante durante e dopo l'iniezione.
Attività di pulizia	La sospensione di carbone attivo può rimanere nelle acque sotterranee per settimane o alcuni mesi. Si raccomanda di lavare i piezometri circostanti subito dopo l'iniezione. Possono essere necessarie ulteriori attività di pulizia/spurgo/precipitazione nei pozzi di iniezione e quelli circostanti, settimane dopo l'applicazione. Maggiori informazioni sul lavaggio dei pozzi.
Attività di verifica	Durante le attività di iniezione, è molto importante verificare in campo la distribuzione del PetroFix. Usare il toolkit di verifica PetroFix su tutti i pozzi circostanti. Effettuare carotaggio del suolo e/o campionamento puntuale delle acque ove possibile.
Monitoraggio raccomandato	Attendere deposizione del PetroFix prima di iniziare il campionamento (acque trasparenti): può richiedere settimane o pochi mesi. Maggiori info sulla rappresentatività dei campioni e su come analizzare campioni con residui di PetroFix in sospensione. Considerare attività di pulizia/lavaggio ove necessario. Monitoraggio tipicamente mensile in seguito a acque limpide nei piezometri. Attesi risultati rapidi, ma considerare almeno 3-6 mesi. Parametri: contaminanti di interesse. Parametri addizionali a supporto: nitrati, solfati, metano. No variazioni significative attese nei parametri fisico-chimici (pH, redox, O2, conducibilità elettrica). Maggiori info sui parametri di monitoraggio.

PetroFix Remediation Fluid

PetroFix[™] è composto da una sospensione a base acquosa ad alta concentrazione di carbone attivo alla microscala e da una miscela biostimolante, Electron Acceptor Blend (EAB). Una volta opportunamente diluito con acqua, PetroFix può essere miscelato con il suolo all'interno di scavi o iniettato nel sottosuolo tramite perforazione in modalità Direct-Push o tramite l'utilizzo di pozzi fissi. Le Schede di Sicurezza del PetroFix sono fornite in concomitanza con ogni spedizione del materiale. Queste devono essere lette attentamente e comprese prima dell'utilizzo di PetroFix. Si presume che l'utente sia adeguatamente formato e competente e che abbia completato una formazione completa e specifica sul rischio per la salute, la sicurezza e l'ambiente per i lavori che si intendono realizzare.

Guida pre-applicazione

Il PetroFix viene solitamente spedito in fusti da **181,4 kg** mentre l'EAB viene fornito in piccoli contenitori separati da 9.07 kg; il materiale viene generalmente consegnato in loco su pallet tramite un veicolo pesante. Si prega di discutere eventuali limitazioni di accesso al sito di consegna con REGENESIS, in modo che venga utilizzato un veicolo di consegna di dimensioni appropriate.

Prima dell'applicazione di PetroFix tramite direct-push o tramite l'utilizzo di pozzi preesistenti, REGENESIS consiglia di completare un test d'iniezione preliminare nella zona di iniezione utilizzando acqua pulita.



Il PetroFix è spedito in fusti da 181.4 kg (155L)

Questa procedura è utile per determinare la quantità di liquido che la zona che si intende trattare è in grado di accettare e fornirà preziose informazioni sulla portata e sulla pressione da utilizzare durante l'applicazione del prodotto.

REGENESIS raccomanda che il volume del test di iniezione dell'acqua sia compreso tra il 15% e il 20% in più del volume di progetto relativo al punto singolo di iniezione, ad es. se il progetto specifica un volume di soluzione PetroFix di 500 litri per punto, l'iniezione di prova dell'acqua dovrebbe mirare ad iniettare 575-600 litri.

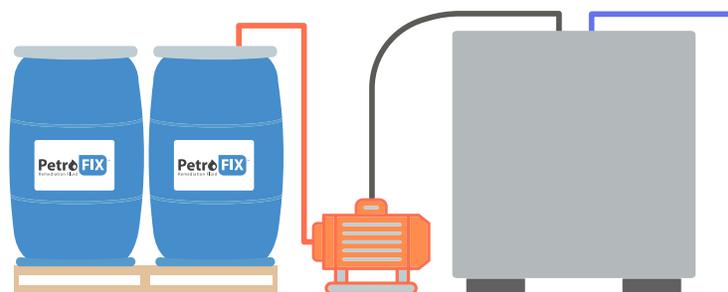
Istruzioni per la miscelazione

Il concentrato PetroFix deve essere accuratamente mescolato all'interno del contenitore originario prima della sua diluizione. Se fornito in fusti, si consiglia di utilizzare un miscelatore a paletta manuale per mescolare il prodotto. Si prega di notare che l'EAB deve essere aggiunto solo dopo aver diluito il prodotto con acqua e non deve essere aggiunto direttamente al PetroFix concentrato. E' inoltre necessario assicurarsi che il miscelatore entri in contatto con il fondo del contenitore per recuperare e mettere adeguatamente in movimento qualsiasi eventuale sedimentazione; questo è particolarmente consigliato in condizioni di particolare clima freddo. La quantità di PetroFix e la percentuale di diluizione richiesta, il rapporto e la dose richiesta per punto saranno specificati da REGENESIS in fase di dimensionamento. Il PetroFix deve essere miscelato in una vasca di dimensioni adeguate, preferibilmente a fondo conico o piatto per favorire la miscelazione. La miscelazione può essere ottenuta utilizzando una pompa ad alto flusso tramite ricircolo o

meccanicamente utilizzando un mixer provvisto di pale. Innanzitutto, si deve aggiungere il volume d'acqua richiesto alla vasca di miscelazione. Si attiva il meccanismo di miscelazione prescelto prima di aggiungere il PetroFix concentrato. Il concentrato PetroFix è una miscela relativamente densa (1500-3500 cP) e per il trasferimento del prodotto dal fusto alla vasca di miscelazione è consigliata una pompa "tira-fusti" o similare in grado di trasferire sostanze dense. Una volta che la quantità necessaria di PetroFix è stata aggiunta e miscelata con l'acqua della vasca di miscelazione, il complesso EAB va aggiunto alla miscela PetroFix; generalmente si considera un contenitore EAB per ogni fusto di PetroFix concentrato (quantitativo da verificare con i tecnici REGENESIS). È necessario assicurarsi che il liquido sia miscelato completamente ed in modo uniforme in modo che l'EAB si dissolva in maniera totale. Una pompa a membrana, in grado di produrre un flusso compreso nell'intervallo di 10-40 L/minuto e 2-6 bar di pressione è ideale per l'applicazione di PetroFix.



Omogeneizzazione del PetroFix mediante un frullino manuale



L'immagine indica un sistema tipico di travaso del PetroFix

Applicazione direct push

Il PetroFix richiede solo una campagna di applicazione per ogni postazione di iniezione e quindi il metodo direct-push è generalmente l'opzione di applicazione preferita (supponendo condizioni geologiche adeguate); questa scelta è consigliata per ridurre al minimo i costi dell'intervento.

REGENESIS consiglia l'uso di punte retrattili forate o fessurate piuttosto che punte attivate a pressione, in quanto queste permettono una maggiore facilità di iniezione ed una migliore distribuzione del reagente. Le aste di iniezione devono essere spinte fino alla profondità di iniezione dello specifico step ed in seguito va iniettato PetroFix avendo cura di verificare che le pressioni non aumentino in modo eccessivo (si consiglia di non superare i 5 bar) e regolando le portate di conseguenza; sarà necessario tenere nota di tutte le portate e le pressioni utilizzate in ogni singolo step di iniezione. Al termine dell'iniezione nello step, occorre spostare le aste di iniezione e quindi proseguire con le iniezioni nello step successivo, fino al termine delle iniezioni previste per il singolo punto.

Una volta che il volume di prodotto previsto è stato applicato uniformemente sull'orizzonte di destinazione, è necessario iniettare una limitata quantità di acqua pulita per lavare pompa, tubazioni flessibili ad alta pressione e punta di iniezione e per garantire che tutto il PetroFix venga iniettato nello strato di interesse. Una volta che l'iniezione in un punto è stata completata il foro deve essere sigillato con bentonite o cemento. Lo scopo di tale attività è sigillare qualsiasi potenziale percorso preferenziale del prodotto e/o delle acque di falda verso la superficie. Se l'applicazione di PetroFix si basa su una configurazione a griglia di punti, l'applicazione dovrebbe essere eseguita lavorando sistematicamente dall'esterno verso il centro dell'area di iniezione per ridurre al minimo la sovrappressione locale delle acque di falda.

Ove possibile, dovrebbe essere mantenuta una distanza adeguata tra le postazioni di iniezione consecutive per evitare di sovraccaricare la formazione con il prodotto iniettato (ad es. iniettare in un punto ogni 3 punti della barriera o saltare almeno 1-2 punti in una configurazione a griglia).



Fase di iniezione Direct Push



Punta retrattile per iniezioni

Applicazione in pozzo

PetroFix può essere iniettato tramite iniezione in pozzi fissi in aree dove non è considerato pratico o fattibile il metodo direct-push.

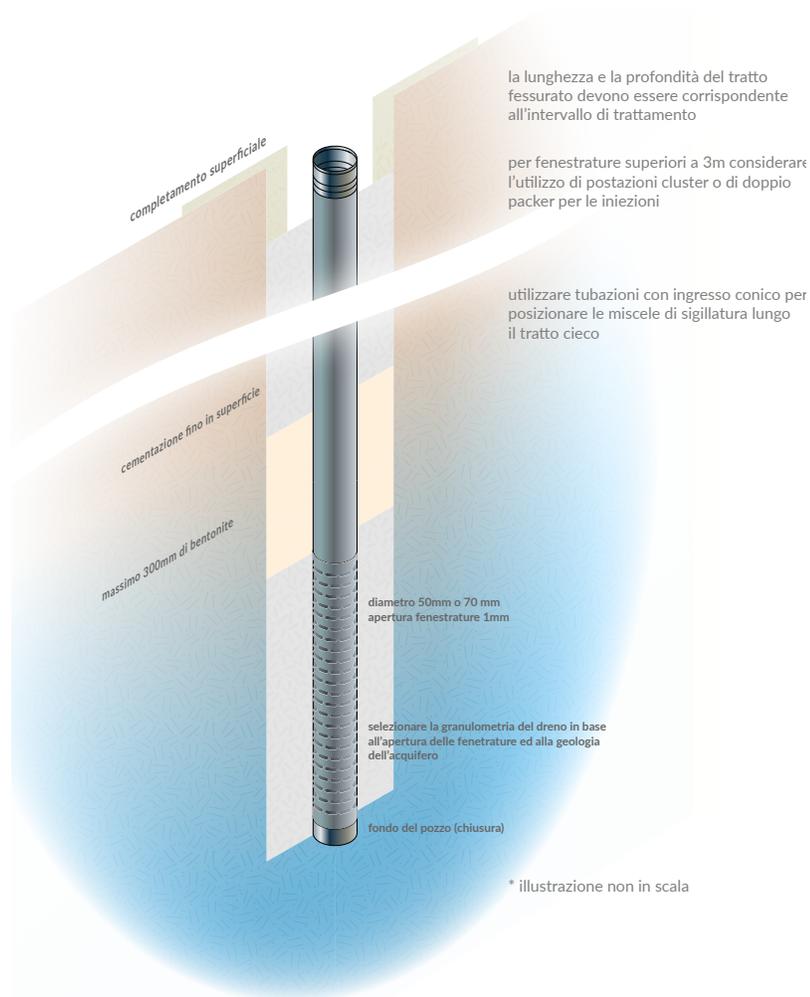
REGENESIS raccomanda che i pozzi utilizzati a tale scopo siano realizzati utilizzando HDPE di diametro ≥ 50 mm con una dimensione delle fenestrature del tratto fessurato compresa tra 0,5 e 1,0 mm.

Ove possibile, la sigillatura della parte cieca sita al di sopra del tratto fessurato dovrebbe consistere di un massimo di 300 mm di pellet di bentonite, sopra il quale applicare una miscela di sabbia e cemento per sigillare in maniera adeguata fino alla superficie.

Prima dell'iniezione di qualsiasi prodotto, REGENESIS raccomanda che i pozzi di iniezione vengano ripuliti a dovere tramite operazione di spurgo di sviluppo per eliminare il più possibile la frazione a granulometria fine presente nel pozzo di iniezione.

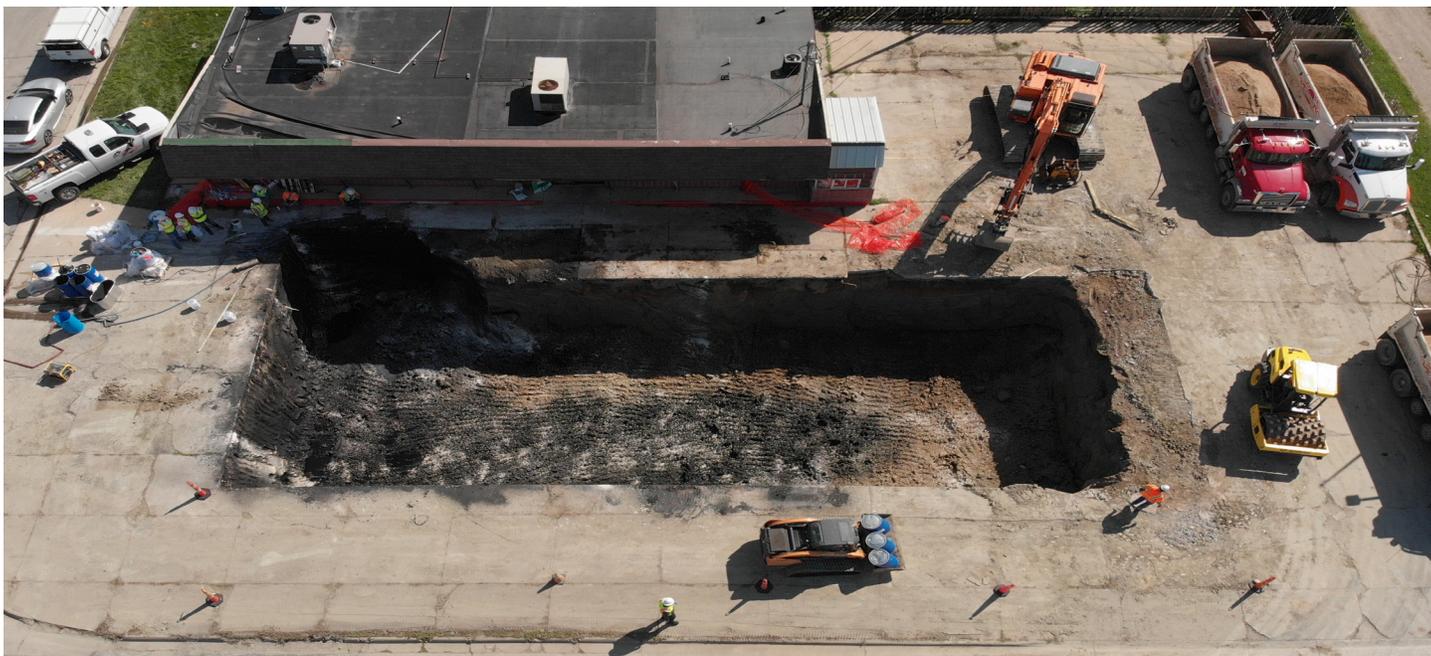
Per le iniezioni sarà necessario utilizzare un packer posizionato in corrispondenza dell'interfaccia tra tratto cieco e tratto fessurato o, se possibile, un tappo a tenuta in modo da permettere un'iniezione in pressione; anche in questo caso le pressioni dovranno essere costantemente controllate per evitare che aumentino in modo eccessivo e sarà necessario annotare pressioni e portate per ogni punto di iniezione. In alternativa può essere utilizzato un packer doppio.

Quando i pozzi vengono utilizzati per l'iniezione di PetroFix, i pozzi di iniezione stessi e quelli posti nelle vicinanze dovrebbero essere ben tappati o in alternativa dotati di manometro e valvola di sicurezza. Questo ridurrà il potenziale di cortocircuito verso la superficie. Una volta applicato il volume richiesto nel pozzo di iniezione, si deve usare acqua pulita per lavare mediante pompa, le tubazioni flessibili e il pozzo e far sì che tutto il PetroFix venga iniettato nella formazione di interesse.



Schema di completamento dei pozzi di iniezione

Applicazione in scavo



Esempio di applicazione di PetroFix all'interno di uno scavo

La miscela di PetroFix diluita può essere applicata direttamente ai lati dello scavo e alla base utilizzando una pompa ad alta portata. L'applicazione dovrebbe essere mirata alle aree dello scavo in cui non è stata possibile la completa rimozione dei terreni contaminati o vi è preoccupazione che si verifichi un rilascio del contaminante (rebound). L'applicazione può coincidere con il riempimento finale dello scavo per ottenere una buona distribuzione di PetroFix sulle pareti laterali dello scavo stesso. In alternativa, PetroFix può essere miscelato meccanicamente alla base dello scavo utilizzando un utensile per escavatore come un utensile rotante, una coclea o una benna dentata.

I prodotti non devono essere applicati manualmente all'interno dello scavo a meno che ciò non sia stato specificamente valutato dall'utente tramite un metodo sicuro.

REGENESIS raccomanda di lavare tutta l'attrezzatura con acqua pulita alla fine di ogni giornata lavorativa e al termine dei lavori di iniezione.

Test del raggio di influenza

Laddove PetroFix è stato applicato tramite metodo direct-push o pozzi fissi, una verifica visiva della sua distribuzione nel sottosuolo può essere generalmente completata facilmente in loco, grazie al suo colore nero. Prima dell'inizio dei lavori di iniezione, si consiglia di prendere un campione del terreno da trattare che interessi la profondità di iniezione desiderata. Si raccomanda di realizzare il sondaggio in una zona laterale rispetto a quella di iniezione e di riempire il punto con bentonite e cemento in modo che questo non diventi un percorso preferenziale verso la superficie durante le attività di iniezione. Il campione di terreno pre-iniezione viene preso in modo che i successivi campioni di conferma possano essere confrontati con questo per verificare la presenza di PetroFix. Ciò è particolarmente utile nelle aree in cui il terreno è di colore scuro o è presente una forte colorazione da idrocarburi, ma in ogni modo si raccomanda di procedere in questo modo in qualsiasi caso. Iniziare le attività di iniezione come descritto nei paragrafi precedenti. Dopo aver iniettato PetroFix in 2-3 punti, prendere un campione di terreno di conferma lungo lo spessore di iniezione, in un punto intermedio tra due postazioni adiacenti.



La foto in alto mostra un campione di terreno prelevato prima dell'applicazione di PetroFix. La foto in basso mostra un campione di terreno prelevato dopo l'applicazione di PetroFix, in cui si osserva un suolo nero dove il PetroFix è stato distribuito correttamente

Si dovrebbe osservare una colorazione nera che ricopre le zone permeabili dell'acquifero. Se si osserva un rivestimento nero, si è ottenuto il raggio di influenza desiderato e si può continuare con le attività di iniezione. Si raccomanda idealmente di eseguire a intermittenza un campionamento di terreno durante le attività di iniezione per verificare la distribuzione di PetroFix. Nel caso in cui sui campioni di suolo non si osservi la presenza del prodotto (colore scuro), si raccomanda di verificare quanto segue e mettersi in contatto con un tecnico REGENESIS:

1. La geologia osservata nella baseline e nei campioni di conferma corrisponde a ciò che ci si aspettava di trovare in loco?
2. La pressione e il flusso di iniezione sono costanti? Variano con la profondità? Considerare di aumentare la pressione di iniezione.
3. Si osserva la fuoriuscita di prodotto dal punto di iniezione (o nelle vicinanze)?
4. Controllare la spaziatura dei punti di iniezione. Corrisponde al dimensionamento previsto dal progetto iniziale?
5. Controllare la quantità utilizzata di prodotto concentrato PetroFix e la quantità di acqua necessaria alla diluizione. Corrisponde a quanto previsto dal progetto?
6. È stata osservata acqua di colore nero nei pozzi di monitoraggio vicini?
7. Quale punta di iniezione viene utilizzata? Fornisce una distribuzione uniforme?

Informazioni per il lavaggio dei pozzi

PetroFix viene iniettato in elevati volumi mantenendo basse pressioni di iniezione al fine di ridurre al minimo la fratturazione idraulica e la migrazione preferenziale del prodotto nei pozzi, nei piezometri, in corrispondenza di strutture sotterranee, ecc. Tuttavia, poiché PetroFix si muove lungo le stesse zone in cui migrano le acque di falda contaminate, è abbastanza frequente rinvenire PetroFix nei piezometri di monitoraggio (passa attraverso e oltre il pozzo in esame). Questo si verifica per tutti i reagenti in fase liquida utilizzati e nel caso di PetroFix può essere facilmente risolto, se necessario, eseguendo una procedura specifica di flussaggio del piezometro di monitoraggio con acqua pulita. Se l'impatto sul piezometro di monitoraggio può essere un problema, gli operatori devono essere preparati a effettuare procedure di lavaggio con acqua pulita al termine di un'applicazione PetroFix. Le sezioni seguenti descrivono tale processo.

Eventi che possono portare alla necessità di lavaggio dei pozzi di monitoraggio con acqua pulita

Le condizioni che determinano l'eventuale necessità di eseguire un lavaggio con acqua pulita in un pozzo di monitoraggio includono:

1. PetroFix è stato applicato in punti di applicazione entro 1,5 m da detto piezometro di monitoraggio (potenziale zona di influenza diretta);
2. Si ha evidenza visiva di PetroFix in un piezometro di monitoraggio prima della fine della giornata lavorativa o della fine dell'attività di iniezione.

Dato che PetroFix rende le acque di falda di colore nero, esso agisce come un tracciante di se stesso. Si consiglia di prelevare un campione di baseline e di osservare il colore delle acque di falda prima delle iniezioni di PetroFix. Se, facendo il confronto di colorazione dei campioni post iniezione con i campioni di controllo prelevati prima di iniettare il prodotto, non si osserva alcuna traccia di PetroFix visibile, o comunque una colorazione che non va oltre il grigio chiaro, non è necessario effettuare un lavaggio del pozzo. Se viceversa si osserva la presenza di PetroFix nei piezometri di monitoraggio è consigliato effettuare una procedura di lavaggio del pozzo interessato. Se non si effettua il lavaggio di PetroFix dai pozzi, alla fine il prodotto si separerà completamente dall'acqua e la falda si chiarificherà naturalmente dopo alcune settimane o alcuni mesi (ad esempio ritornando ai colori del campione di riferimento rispetto al grigio o al nero post iniezione). Questo processo può tuttavia in alcuni casi verificarsi più lentamente rispetto alle tempistiche generalmente osservate e rendere problematiche le attività di campionamento. Maggiori informazioni in merito sono fornite nel paragrafo "Informazioni sul campionamento delle acque di falda".

Quando si verifica la necessità di un'operazione di lavaggio di PetroFix per un pozzo specifico, si raccomanda di completare prima tutte le postazioni di iniezione e in seguito procedere con le operazioni di lavaggio. Si consiglia di eseguire le operazioni di lavaggio, qualora necessarie, al termine di tutte le attività in campo.

Esecuzione di un intervento di lavaggio con acqua pulita

Prima di procedere con l'attività è necessario determinare il volume dell'acqua di lavaggio e la portata di iniezione da utilizzare per ogni pozzo di monitoraggio. Come strumento di supporto, è possibile utilizzare la seguente equazione che indica il volume minimo da considerare per il lavaggio

$$V_{min} = 3[V_{int} + V_{drain}]$$

$$V_{int} = \pi \times r_{int}^2 \times L_{fen}$$

$$V_{drain} = \pi \times (r_{drain}^2 - r_{int}^2) \times L_{drain} \times n_{ed}$$

V_{min} = volume minimo di lavaggio consigliato [m³]

V_{int} = volume interno del pozzo lungo il tratto fenestrato [m³]

V_{drain} = volume del dreno lungo tutto lo spessore in cui è presente (si considera una n_e del dreno, n_{ed} pari a 35%) [m³]

R_{int} = raggio interno del pozzo [m]

R_{drain} = raggio esterno (di perforazione) [m]

L_{fen} = lunghezza tratto fessurato [m]

L_{tot} = lunghezza tratto in cui è presente il dreno [m]

In caso di dubbi o di mancanza dei dati necessari si raccomanda di contattare il supporto tecnico di REGENESIS.

Si evidenzia che il volume indicato è da considerarsi minimo e dovrà essere modificato in base alle evidenze di campo ed alla risposta del sistema alle verifiche indicate.

L'attività deve essere realizzata collegando l'alimentazione di acqua pulita al pozzo di monitoraggio con un sistema a tenuta utilizzando un giunto in PVC, un collegamento filettato (se disponibile), oppure un packer idraulico.

In caso di necessità è possibile applicare acqua attraverso la parte superiore aperta del pozzo di monitoraggio tramite alimentazione per gravità, ma si raccomanda di considerare questa opzione come soluzione di emergenza.

Se si utilizza un sistema a tenuta per il pompaggio di acqua, è necessario monitorare costantemente i valori di pressione e di portata dell'acqua.

Si raccomanda di non superare 1,5 bar per la pressione di immissione di acqua pulita nei pozzi di monitoraggio e di documentare la procedura di lavaggio con acqua utilizzata su ciascun pozzo, inclusa la velocità alla quale ogni pozzo di monitoraggio accetta l'acqua pulita e le pressioni nel corso dell'operazione di lavaggio.

Si consiglia di effettuare fotografie dei campioni di acqua del pozzo di monitoraggio nelle fasi riportate nella tabella sottostante, tal quale e diluiti in acqua secondo fattori 10x e 100x:

Pozzo:	Campione non diluito	Diluizione 10x	Diluizione 100x
Pre-iniezione PetroFix (baseline)		NA	NA
Post-iniezione PetroFix			
Subito dopo il lavaggio			
15-30 minuti dopo			
Giorno seguente il lavaggio			

Diluizione 10x = 1 ml di campione non diluito in 9 ml di acqua pulita

Diluizione 100x = 1 ml di acqua diluita 10x in 9 ml di acqua pulita

Dopo aver completato la procedura di lavaggio con acqua pulita e gli eventi di campionamento corrispondenti in ciascun pozzo, chiudere il pozzo con un tappo a vite, un tappo a J o un tappo simile a tenuta stagna.

Informazioni sul campionamento delle acque di falda

PetroFix nei piezometri di monitoraggio dopo l'iniezione

Durante l'iniezione, PetroFix può fluire nei piezometri di monitoraggio circostanti, come evidenziato dal colore nero delle acque in caso di campionamento. Questo evento è comune ed è semplicemente il risultato del trasporto del prodotto PetroFix attraverso le zone di flusso naturale dell'acquifero. Per far sì che PetroFix nel monitoraggio dei piezometri non interferisca con le metodiche analitiche, è possibile intraprendere

diverse azioni. Questa sezione descrive le pratiche raccomandate per l'analisi delle acque interessate dal PetroFix in fase di monitoraggio dei piezometri.

Cosa dovrebbe essere fatto?

Se un pozzo viene interessato direttamente dal PetroFix, la soluzione migliore è ritardare il campionamento e l'analisi finché PetroFix non ha avuto tempo di depositarsi sulla matrice solida, il che si tradurrà in campioni di acqua di falda chiarificati. In molti siti sono sufficienti da due a quattro settimane, anche se possono essere necessari fino a tre mesi o più. Il tempo per raggiungere l'equilibrio nel sottosuolo è correlato al contenuto di argilla e limo del suolo. In generale, un alto contenuto di argilla e limo riduce il tempo di adsorbimento ed equilibrio del PetroFix. Anche la presenza di cationi bivalenti (es. calcio o magnesio) nelle acque sotterranee accelera il processo di chiarificazione.

Se PetroFix viene osservato in un pozzo/piezometro durante l'applicazione, il pozzo può essere lavato con acqua pulita (ossia senza reagente). Maggiori informazioni sul lavaggio dei pozzi con acqua pulita possono essere trovate nel paragrafo "Informazioni per il lavaggio dei pozzi". Se si campiona almeno quattro settimane dopo l'applicazione PetroFix, uno spurgo prolungato a basso flusso del pozzo può migliorare la chiarificazione delle acque.

Come regola generale, se un campione viene posto in una vial di vetro da 40 ml e si può vedere attraverso la vial, probabilmente è possibile campionare. L'impossibilità di vedere distintamente attraverso una vial avviene a circa 100 mg/L di PetroFix (vedere come riferimento l'immagine di varie concentrazioni di PetroFix riportata di seguito). REGENESIS fornisce semplici kit PetroFix di test di campo che possono essere utilizzati per misurare le concentrazioni nei piezometri e valutare se un campione può essere inviato a laboratorio o se il campionamento deve essere ritardato. Questo kit ha uno standard preconfezionato di 50 mg/L utilizzato per comparare le concentrazioni nelle acque sotterranee. Tenere nota delle concentrazioni nel tempo potrebbe fornire una stima su quando il sito potrebbe raggiungere una condizione adatta per campionare. Contattare il supporto tecnico REGENESIS o italy@regenesisc.com per ottenere un kit per il test di campo.

In caso di interesse a una ricerca indipendente che illustra se e quando il carbone attivo in sospensione del PlumeStop (o del PetroFix, essendo la stessa forma di carbone) interferisce con le analisi di laboratorio, è disponibile il webinar intitolato "[Remediation of Chlorinated Solvents in Groundwater with PlumeStop: Analytical Challenges and Solutions](#)" presentato da Heather Lord, PhD, responsabile della ricerca e sviluppo ambientale per Maxxam Labs. A partire dal 15° minuto circa, la relatrice inizia a discutere gli intervalli fino a cui PlumeStop (o PetroFix) non causa interferenze significative di laboratorio (circa 100 mg/L) e i risultati positivi ottenuti dai campionatori a sacca di diffusione passiva.

I campionatori a sacca di diffusione passiva PDB (Passive Diffusion Bag) possono essere utilizzati per campionare le acque sotterranee in cui è presente PetroFix. Il PetroFix non può diffondersi attraverso tali sacche, pertanto l'acqua di falda campionata sarà esente da PetroFix. Ulteriori informazioni sui campionatori PDB sono riportate nella sezione successiva.

Sfortunatamente, non esistono procedure di preparazione in laboratorio disponibili commercialmente che possano rimuovere facilmente PetroFix dai campioni prima dell'analisi senza deviare dalle metodiche standard. Filtrare le particelle di diametro da 1 a 2 micrometri dalla sospensione è possibile, sebbene difficile e non sempre un approccio accettato da ogni ente di controllo.

Sebbene la centrifugazione sia un'opzione, i laboratori commerciali in genere non ne possiedono uno con la forza centrifuga necessaria per separare efficacemente PetroFix. In caso di necessità di ulteriore assistenza tecnica in riferimento alle interferenze del PetroFix durante il campionamento, contattare il supporto tecnico REGENESIS o italy@regenesi.com.

Sacche di diffusione passiva PDB e campionamento PetroFix

Il grande vantaggio delle PDB è la certezza di poter campionare l'acqua sotterranea per analisi di composti organici volatili (VOC) in qualsiasi momento dopo l'iniezione, in base alle tempistiche di campionamento desiderate e senza interferenze da parte del PetroFix sospeso. Inoltre, il campionamento PDB è considerato un'alternativa conveniente rispetto allo spurgo standard o a basso flusso e alle tecniche di campionamento per la raccolta dei dati sui VOC nei piezometri di monitoraggio. Nella maggior parte dei casi non ci sarà la necessità di PDB, in particolare se si prevede di campionare a distanza di 3 mesi o più dopo l'iniezione PetroFix. Tuttavia, in caso di dubbi sui potenziali ritardi nel campionamento a causa della sospensione di PetroFix in un piezometro, si consiglia di considerare l'utilizzo di PDB.

I campionatori PDB, che sono tipicamente sacche di polietilene a bassa densità riempite con acqua, hanno dimostrato in diversi studi di fornire misurazioni accurate di VOC nelle acque sotterranee. Queste sacche sono lunghe da 30 a 120 cm e vengono riempite con acqua pulita e sospese in un pozzo per un minimo di due settimane. Il campionamento PDB si ottiene quando i VOC nelle acque sotterranee si diffondono attraverso la parete della sacca nell'acqua della sacca stessa, che alla fine raggiunge l'equilibrio con l'acqua circostante del piezometro. Poiché le particelle solide di carbone attivo colloidale di PetroFix non possono penetrare nella sacca, sono escluse dall'acqua all'interno della PDB e non interferiscono con questa tecnica di campionamento. Gli enti preposti al controllo potrebbero richiedere di confrontare le PDB con i campioni standard di acque sotterranee (ad es. campionamento a basso flusso o con bailer) per la correlazione dei dati. A tal fine, suggeriamo di prelevare campioni di riferimento insieme a campioni PDB prima dell'applicazione PetroFix.

Per ottenere valori accurati di VOC nelle acque sotterranee confrontabili con dati passati o presenti, è fondamentale installare una PDB allo stesso intervallo verticale di campionamento utilizzato per un monitoraggio tradizionale. Questo perché la contaminazione delle acque sotterranee può stratificarsi lungo la verticale e un plume può avere diverse concentrazioni lungo la verticale che interseca le fenestrate di un piezometro di monitoraggio. Tale fenomeno si verifica anche per il campionamento comune a basso flusso. Ad esempio, in un sito contaminato da idrocarburi è comune che siano presenti concentrazioni più elevate nella porzione più superficiale dell'acquifero rispetto al fondo del piezometro dove probabilmente non è presente contaminazione. Diversi studi dimostrano che quando le PDB sono sospese alla stessa profondità a cui si prelevano campioni con spurgo standard o a basso flusso, i dati risultano correlabili e vengono fornite concentrazioni di VOC accurate.

Si prega di tenere presente che le PDB non sono adatte per il monitoraggio di alcuni composti organici (MTBE, TBA) o ionici (nitrati, solfati). Questi parametri devono essere misurati utilizzando le normali tecniche di campionamento dopo che la sospensione PetroFix si è principalmente chiarificata dalle acque sotterranee. Il documento FAQ ITRC di cui di seguito viene fornito il link fornisce un elenco di composti che mostrano una buona correlazione nelle analisi di laboratorio.

Per approfondimenti in merito raccomandiamo di consultare le risorse disponibili sulle PDB (in particolare le FAQ ITRC elencate di seguito) e le linee guida dei fornitori di PDB. Di seguito sono riportati alcuni link utili.

Documenti informative su PDB

ITRC FAQ sulle PDB e lista dei composti VOC che mostrano una buona correlazione: <https://www.itrcweb.org/Documents/PDBFAQs2.pdf>

Guida all'uso per PDB in polietilene: <https://www.itrcweb.org/GuidanceDocuments/DSP-1a.pdf>

Guida USEPA Clu-In.org su campionatori PDB: [https://clu-in.org/characterization/technologies/default.focus/sec/Passive_\(no_purge\)_Samplers/cat/Diffusion_Samplers/](https://clu-in.org/characterization/technologies/default.focus/sec/Passive_(no_purge)_Samplers/cat/Diffusion_Samplers/)

Fornitori di campionatori PDB

Per quanto a nostra conoscenza, non sono presenti attualmente fornitori/distributori in Europa. Di seguito un elenco di fornitori statunitensi:

ALS: <https://www.alsglobal.com/en-us/services-and-products/environmental/sampling/passive-diffusion-bags-pdbs>

EON Products Incorporated: <https://store.eonpro.com/store/c/71-Water-Sampling-Pumping.aspx>

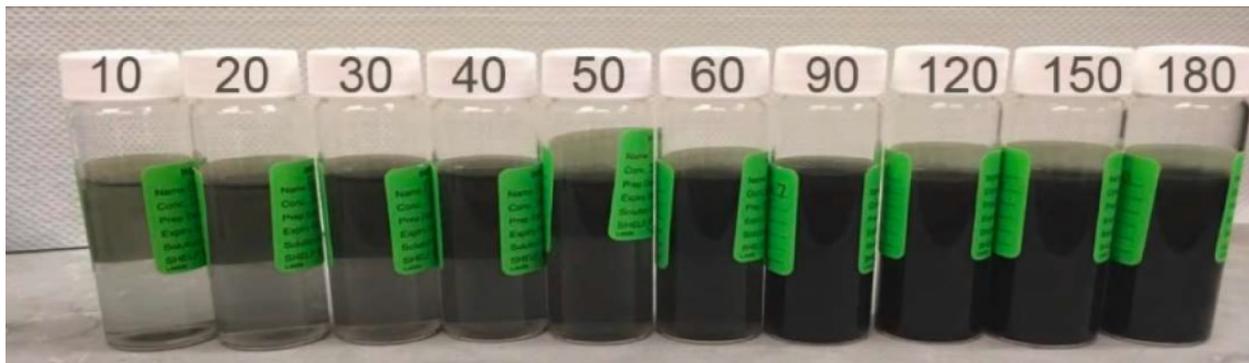


Figura 1 – Concentrazioni PetroFix in fiale vial da 40 mL. Se è possibile vedere attraverso una vial (<100 mg/L), è possibile campionare e inviare il campione al laboratorio.

Parametri di monitoraggio per un intervento PetroFix

Parametro analitico

Raccomandati:

- Contaminanti di interesse (COC's)
- pH
- Ossigeno disciolto (DO)
- Potenziale redox (ORP)
- Metano e CO₂
- Solfati
- Nitrati
- Conferma visiva di PetroFix nei pozzi/piezometri*

Opzionali:

- Fe totale
- Mn totale
- Fe disciolto
- Mn disciolto
- Solfuri
- Chemical Oxygen Demand (COD)
- Biological Oxygen Demand (BOD)
- Valutazione dell'attività di biodegradazione attraverso misurazione dei geni funzionali

REGENESIS raccomanda di prelevare campioni di riferimento pre-iniezione (baseline) per tutti i parametri di monitoraggio. Si prega di controllare qualsiasi legislazione o linea guida specifica locale o nazionale per i parametri che potrebbero dover essere monitorati, ma non inclusi in questa tabella.

*Come è normale in qualsiasi iniezione, PetroFix può fluire nei pozzi/piezometri adiacenti durante l'applicazione. L'osservazione nei pozzi è utile per sapere che si sta ottenendo la distribuzione del prodotto. Come opzione, PetroFix può essere lavato dai pozzi dopo l'iniezione con un lavaggio con acqua pulita. PetroFix necessita normalmente di alcune settimane/mesi per fissarsi al suolo e avere chiarificazione delle acque sotterranee e dovrebbero essere prese precauzioni di campionamento se è necessario campionare durante la fase in sospensione. Fare riferimento alle sezioni Informazioni per il lavaggio dei pozzi e Informazioni sul campionamento delle acque di falda per maggiori dettagli.