

# Il ruolo di controllo di ARPAT nelle bonifiche da solventi clorurati in Provincia di Firenze

Dr.ssa Maura Ceccanti  
Dr. Luca Innocenti

ARPAT

19 Dicembre 2012

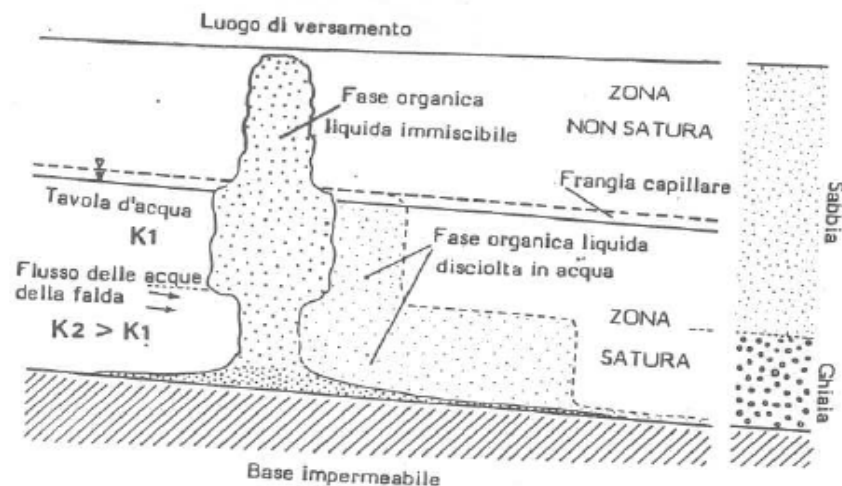
# Il ruolo di controllo di ARPAT

- Caratteristiche chimiche dell'inquinante
- Contesto geologico
- Cartografia estensione della contaminazione
- Casi di studio
  - a) Pump & Treat
  - b) Iniezioni di  $\text{KMnO}_4$
  - c) Iniezioni e ricircolo di  $\text{KMnO}_4$
  - d) Air Sparging  $\text{O}_3$
  - e) SPRB
- Considerazioni

# Solventi Clorurati

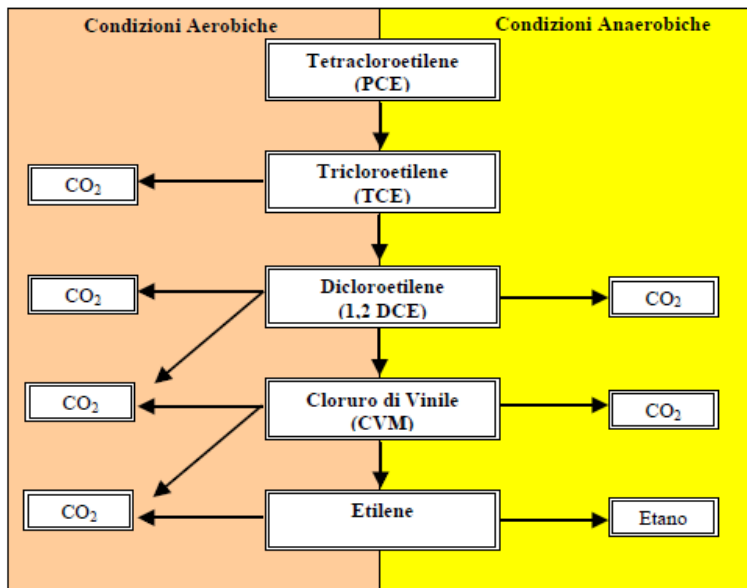
Si tratta di una categoria di inquinanti DNAPL (Dense Non Aqueous Phase Liquid) ovvero liquidi non miscibili in acqua che per densità si depositano alla base dell'acquifero. Ciò comporta che:

- Risulta difficile campionare la reale entità della contaminazione; si misura la percentuale diffusa dell'inquinante
- L'inquinante rimane intrappolato negli avvallamenti morfologici del substrato dell'acquifero formando delle sacche di prodotto ("pool")
- L'inquinante tende ad essere adsorbito dalla matrice terreno per cui è difficile trattare in modo efficace la contaminazione
- I tempi di degradazione naturale sono estremamente lunghi
- È comune trovare contaminazioni a carico delle acque sotterranee e non rinvenire superamenti per la matrice suolo
- I limiti di legge (D.Lgs 152/06) risultano essere dell'ordine di qualche  $\mu\text{g/L}$  per la matrice acqua di sottosuolo

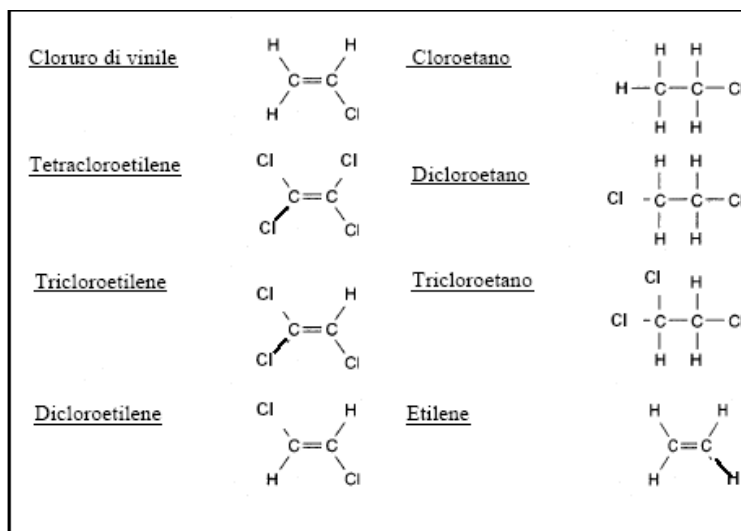


# Caratteristiche Chimiche

## DEGRADAZIONE DEL PCE/TCE



In falda, dato che oramai si parla di sversamenti di tipo storico, e' misurabile anche presenza di metaboliti di degradazione delle materie prime originarie (trielina e tetracloroetilene)



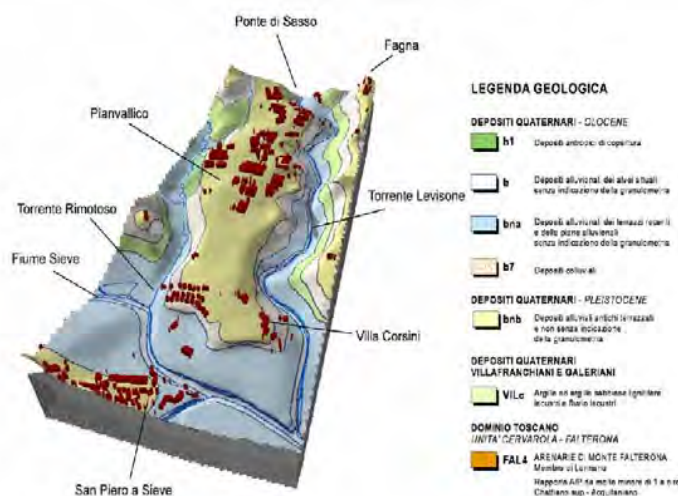
Il miglioramento delle tecniche analitiche ha permesso di individuare contaminazione anche in aree che erano considerate esenti da problematiche di inquinamento.

Negli ultimi anni e' stata evidenziata la presenza di contaminazione da Monomero Cloruro di Vinile (CVM)



# Contesto geologico

## Acquifero mono falda



## Caratteristiche dell'acquifero

Per la messa in esercizio di un impianto di bonifica mediante iniezione di soluzioni liquide o gas e' fondamentale che il substrato geologico "accetti" i volumi desiderati nei tempi desiderati. Deve essere inoltre individuata in modo certo la base impermeabile dell'acquifero

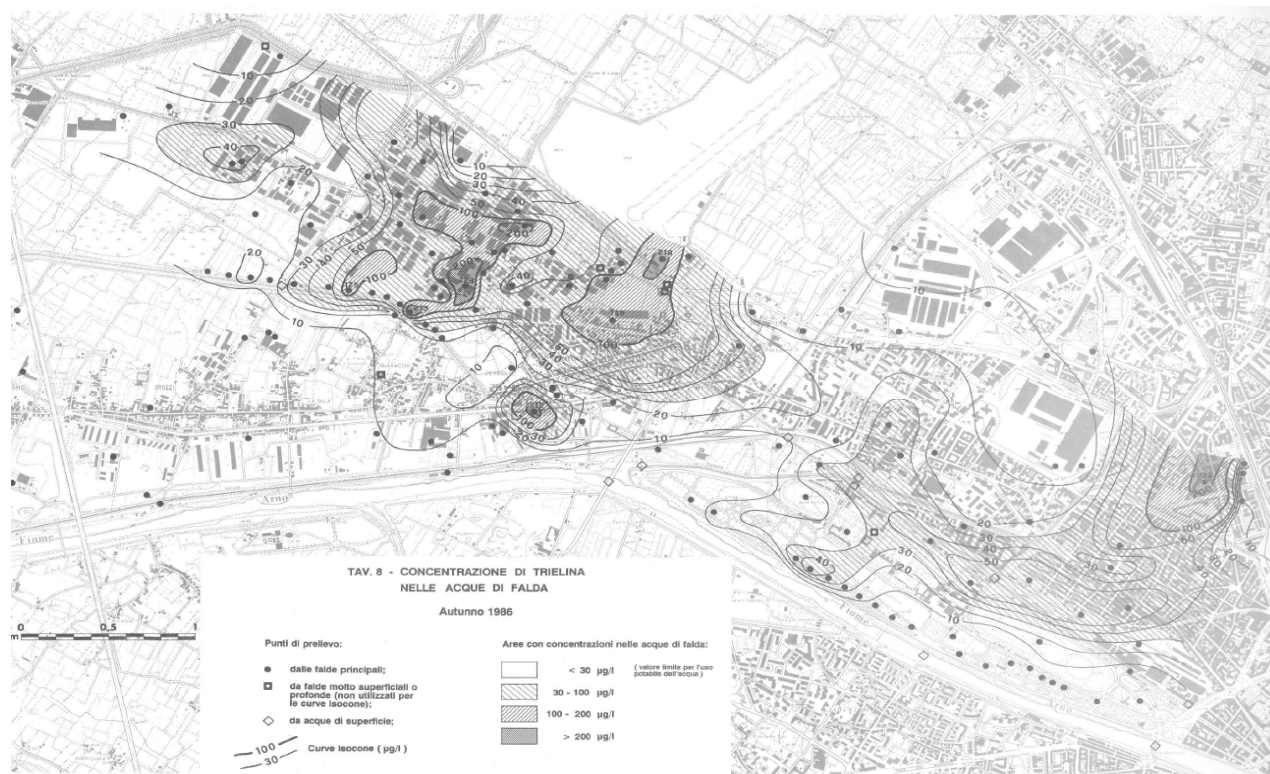
## Acquifero multi falda

La presenza di pozzi che captano piu' livelli ha permesso la migrazione della contaminazione anche in acquiferi profondi che, per caratteristiche, risulterebbero protetti da sversamenti



# La cartografia a grande scala

Ad oggi non esistono studi sistematici e completi sull'inquinamento da solventi clorurati  
*Garuglieri et alii "L'inquinamento da organoalogenati nelle acque della zona nord-ovest di Firenze" 1990*



Risultano censiti come “aree vaste” in Piana di Firenze i siti FI144 (Piagge) e FI117(Le Isole) e nel Mugello FI021 (Pianvallico). Pur trattandosi di inquinamento esteso non e' mai stato formalizzata una contaminazione “diffusa” (art.1 DM471/99) da solventi clorurati per la Piana di Firenze e non sono disponibili cartografie di dettaglio della qualita' delle acque di sottosuolo.

# La cartografia a grande scala

Ad oggi non disponiamo di informazioni sistematizzate sulle pressioni che insistono sulle aree del territorio, nel tempo, che favoriscano l'individuazione e quindi l'intervento sulle sorgenti originarie della contaminazione

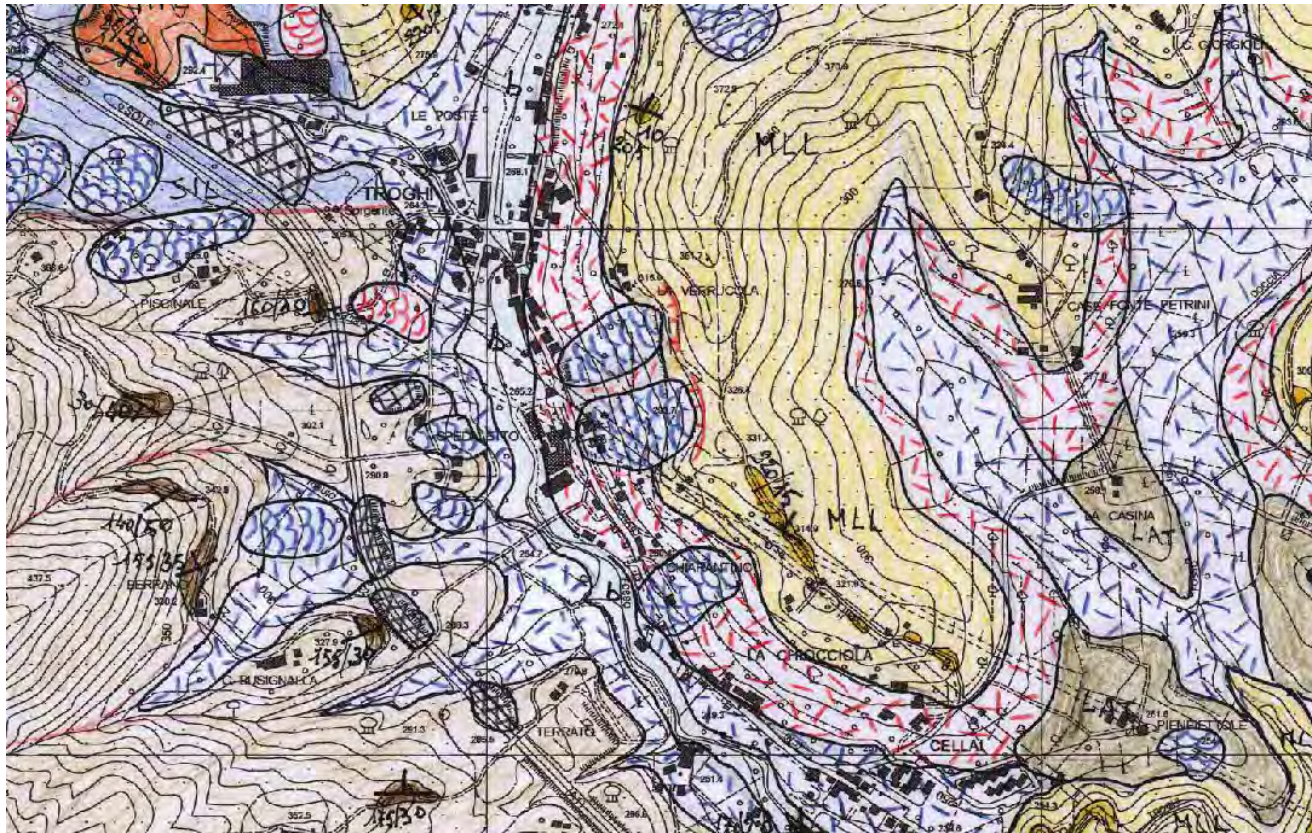


# 1° Caso - Pump & Treat

Oleificio dismesso con pozzo industriale di profondità maggiore di 150 m (acquifero in roccia)

Bonifica iniziata nel 1989 ed attualmente ancora in corso

E' stato impattato un pozzo ad uso acquedottistico con perdita della risorsa idropotabile





# 1° Caso - Pump & Treat

Con questo metodo viene trattata solo la componente diffusa della contaminazione

Non e' possibile individuare un chiaro nesso causa-effetto tra l'intervento di bonifica e la degradazione/diluizione naturale del prodotto

Non e' possibile stimare la durata della bonifica

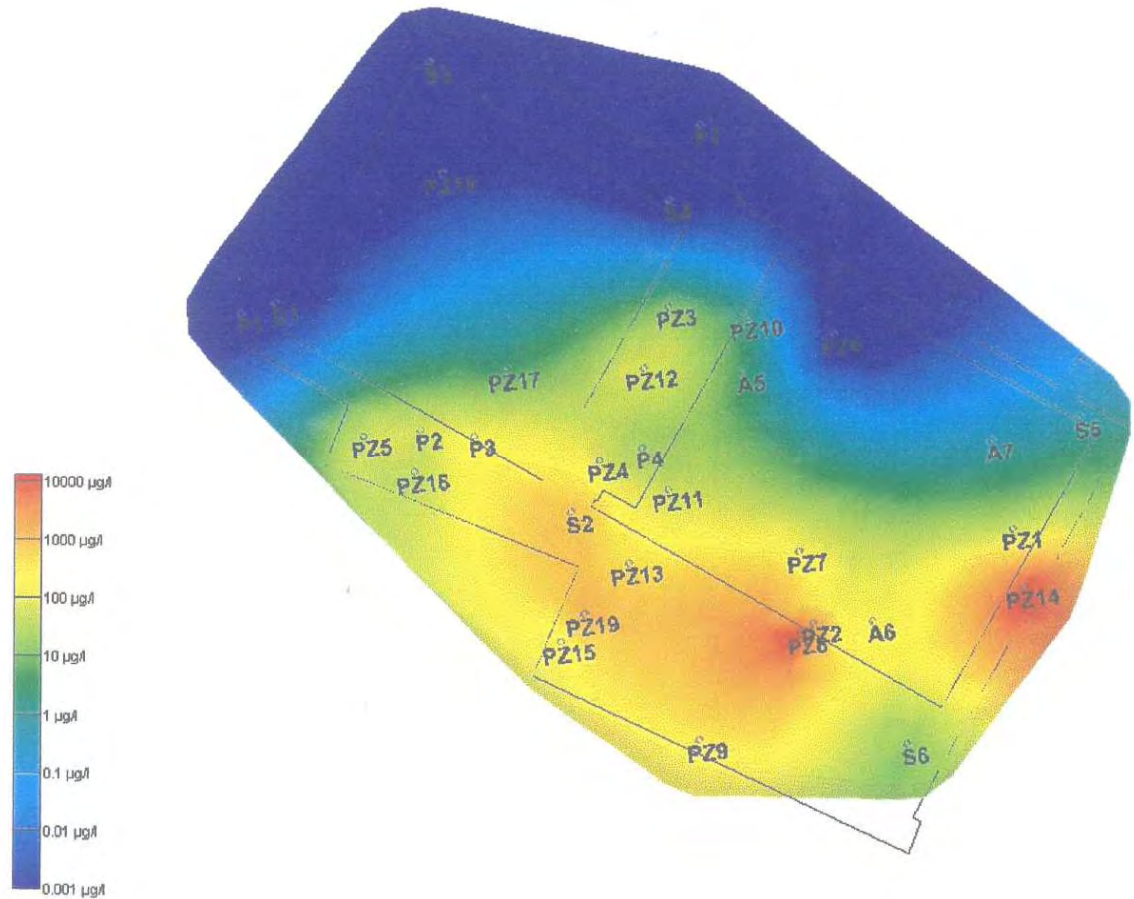
Attualmente sia la Provincia di Firenze che il Dipartimento Arpat di Firenze esprimono indicazioni negative ai progetti di bonifica formulati con tale tecnica

# 2° Caso - Iniezioni in piezometri di $\text{KMnO}_4$

Industria meccanica  
dismessa

La bonifica avviene per  
cicli distinti nel tempo

E' necessario accoppiare  
al sistema di iniezione una  
barriera idraulica a valle  
idrogeologica del sito



# Iniezione di $\text{KMnO}_4$ (2)



Il reagente e' classificato come nocivo per l'uomo e pericoloso per l'ambiente

A causa delle caratteristiche geologiche la soluzione non riesce a permeare completamente il terreno ma fuoriesce all'esterno del tubo piezometrico





# Iniezione di $\text{KMnO}_4$ (3)



Con la risalita e messa alla luce del livello piezometrico si sono formati laghi del tipico colore del permanganato. Se la barriera idraulica di contenimento non risulta efficace si possono verificare problematiche nei pozzi a valle

# Iniezione di $\text{KMnO}_4$ (3)

Il metodo mostra un chiaro effetto di riduzione significativa del contaminante al momento dell'iniezione (i valori raramente raggiungono le CSC)

Il contesto geologico ha un ruolo fondamentale, nel caso di studio il raggio di azione intorno al punto di iniezione e' stato di 2-3 metri. A causa delle litologie presenti la quantita' di soluzione iniettata nell'unita' di tempo e' risultata molto limitata

Il trattamento non e' continuo ma avviene per fasi limitate nel tempo riducendo cosi' il potenziale di bonifica

Sono possibili incidenti a causa della non totale reazione della soluzione con l'inquinante anche all'esterno del sito

# 3° Caso-Iniezione e ricircolo di $\text{KMnO}_4$

Il sito in esame e' relativo ad un impianto di tintoria dismesso

La bonifica impiega una ingegnerizzazione del metodo precedente sfruttando l'effetto di ricircolazione della soluzione per avere un effetto piu' prolungato nel tempo



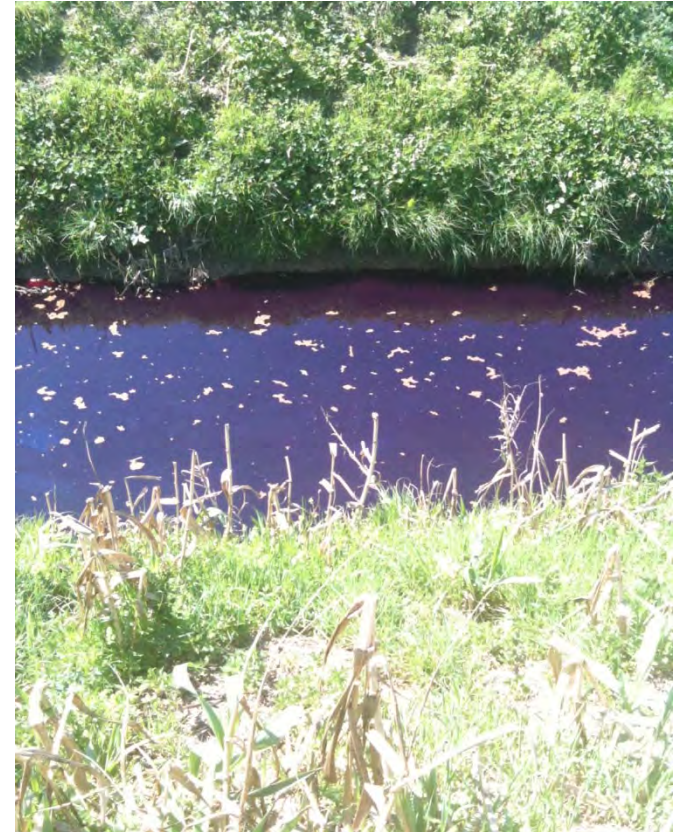


# 3° Caso-Iniezione e ricircolo di $\text{KMnO}_4$

Incidente di sversamento all'esterno del sito



Falda al di sopra del piano campagna all'interno del sito



Fossetto all'esterno del sito

# 3° Caso-Iniezione e ricircolo di $\text{KMnO}_4$

Il metodo mostra un chiaro effetto di riduzione significativa del contaminante al momento dell'iniezione (i valori raramente raggiungono le CSC)

Il trattamento non è continuo ma sfruttando il moto di falda e la reiniezione della soluzione viene massimizzato l'effetto

A causa delle litologie presenti la quantità di soluzione iniettata nell'unità di tempo è risultata limitata.

Sono stati segnalati incidenti a causa della non totale reazione della soluzione con l'inquinante. Nel caso specifico l'agente trattante è fuoriuscito dal sito attraverso una via preferenziale nel sottosuolo che non era stata progettualmente individuata

# 4° Caso-Iniezioni di O<sub>3</sub>

Il reagente e' in forma gassosa e permette il trattamento in continuo

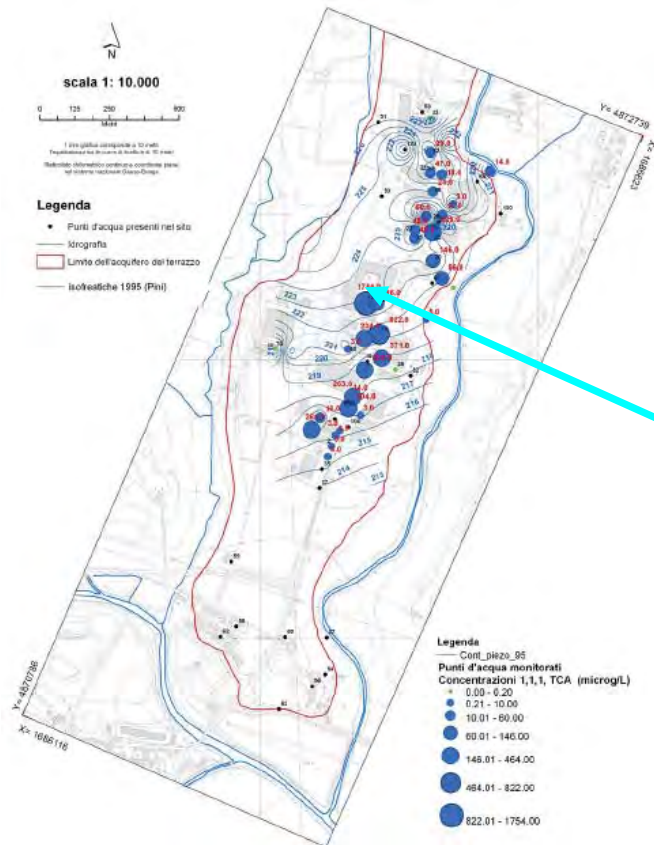
Necessita di accoppiare un impianto di AirSparging di ozono, un impianto di Soil Vapor Extraction ed una barriera idraulica di valle idrogeologica





# 4° Caso-Iniezioni di O<sub>3</sub>(2)

Il terrazzo alluvionale e' totalmente interessato da contaminazione storica da solventi clorurati oggetto di indagini da parte di ARPAT



# 4° Caso-Iniezioni di O<sub>3</sub>(2)

L'utilizzo di ozono permette un miglior controllo dell'agente trattante e viene minimizzata la possibilità di problematiche all'esterno del sito

Il sistema può funzionare in modo continuo ed affidabile

Durante il progetto pilota è stato evidenziato:

- Un raggio di azione per l'iniezione di ozono modesto (inferiore a 5 m)
- La necessità di una ricostruzione idrogeologica di dettaglio

Tali problematiche sono comuni anche agli altri tipi di intervento esaminati

# 5° Caso- SRPC

La bonifica riguarda un ex area di stoccaggio solventi. Non e' stato ancora approvato il progetto

La sigla indica "Slow-Release Permanganate Candle" ovvero una miscela 3:1 di Permanganato di Potassio in una matrice di paraffina.

Si basa sulla diffusione passiva della sostanza trattante. L'efficacia e' strettamente legata alle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero





# Considerazioni

- Non sono ancora disponibili Linee Guida tecniche di bonifica specifiche per la contaminazione delle acque di falda da organoclorurati
- Le bonifiche di falde contaminate hanno come oggetto gli hot-spot e non la contaminazione diffusa
- Necessita' di individuare e trattare la sorgente (effetto rimbalzo)
- Solo norme tecniche per contenimento sistemi di stoccaggio sostanze pericolose

# Considerazioni

- Difficolta' di ottenere come obbiettivo di bonifica il rispetto delle CSC
- Difficolta' di gestire il fattore tempo
- Presenza di prodotti di degradazione non normati
- Analisi costi / benefici anche in funzione dello spreco di risorsa idrica e dei vincoli d'uso per il territorio

Grazie per l'attenzione