

Assimpredil Ance - Sportello bonifiche

Alberto Milani – Arcadis Set

26 Maggio 2010



Contenuti

- Sito contaminato e procedura di bonifica
- Criticità e temi da approfondire
- Opportunità
- Strumenti a disposizione: Progettazione integrata, Grip, tecnologie di bonifica
- Casi concreti di bonifica

Sito contaminato e procedura di bonifica

D. Lgs. 152/06 – Codice dell’Ambiente

Art. 240 - definizioni

Sito contaminato: superamento CSR (Concentrazione Soglia di Rischio)

Art. 242 - la procedura parte con un superamento della CSC (Concentrazione Soglia di Contaminazione), sulla base di limiti tabellari per i suoli, in funzione della destinazione d’uso, e per le acque sotterranee

Procedura di bonifica: adempimenti soggetto interessato

- Elaborazione Piano di Caratterizzazione da approvare in CdS
- Esecuzione Piano di caratterizzazione ed elaborazione Analisi di rischio per individuare obiettivi di bonifica sito specifici (CSR) da approvare in CdS (uscita da procedura - monitoraggi)
- Predisposizione Progetto operativo di bonifica da approvare in CdS
- Attivazione Garanzie finanziarie fino a 50% valore intervento bonifica

Procedura di bonifica - segue

- Intervento di bonifica
- Collaudo finale in contraddittorio con ARPA
- Relazione tecnica
- la Provincia rilascia la Certificazione di Avvenuta Bonifica sulla base di relazione ARPA, svincolo fideiussione - art. 242 comma 13 e art. 248 commi 2 e 3 D. Lgs. 152/06
- Avvio cantiere edile

Le Criticità: la norma

- Limiti tabellari molto restrittivi, colonna A suoli (residenziale-verde) e acque sotterranee
- Sufficiente un superamento in un campione per un parametro
- Mancano criteri per il censimento dei siti

è molto facile entrare nella procedura ... più difficile è uscirne

- La materia è difficile di per sé: sottosuolo
- La procedura amministrativa è lunga: molte CdS
- Lo strumento dell'analisi di rischio è complesso e teorico;
- Attualmente per le acque di falda devono essere rispettate le CSC al confine

Criticità: La pubblica Amministrazione

Forte controllo pubblico sulla procedura

- I funzionari pubblici, su aspetti tecnici e amministrativi, sposano spesso le interpretazioni più restrittive
- A volte si perde l'obiettivo principale, in discussioni teoriche su aspetti secondari
- I siti sono trattati senza grandi distinzioni a seconda della "gravità"
- Vi è una tendenza a chiedere ogni volta qualcosa in più
- Vi è una forte disomogeneità di approccio a livello territoriale, anche all'interno di una Regione, per ogni Provincia, a volte a seconda del funzionario

Discrezionalità, disomogeneità, difficoltà

Conclusioni

Non solo tempi lunghi e costi elevati, ma incertezza nella loro previsione

Misure mitigatrici da adottare

- Trasparenza nei comportamenti e nella gestione dei dati
- Affermazione dei propri diritti davanti a “forzature”
- Condivisione preventiva con la pubblica amministrazione, passo dopo passo, delle scelte tecniche ed amministrative

Temi da approfondire

- Anagrafe dei siti oggetto di procedimento di bonifica e Certificato di destinazione urbanistica (norma statale e Regione Lombardia)
- Certificato di avvenuta bonifica: rapporto tra interventi di bonifica e interventi per il riutilizzo dell'area
- Gli adempimenti del proprietario incolpevole

Censimento e anagrafe dei siti da bonificare: art. 251 comma 1

Spetta alle Regioni, sulla base di criteri elaborati da APAT

- Elenco dei siti sottoposti ad intervento di bonifica
- Individuazione dei soggetti cui compete la bonifica
- Gli enti pubblici di cui la Regione intende avvalersi

DGR 27 giugno 2006, n. 8/2838, “Modalità applicative del Titolo V «Bonifica di siti contaminati» della parte quarta del d.lgs. 152/2006 - Norme in materia ambientale ”

Ai fini dell'aggiornamento dell'anagrafe la Regione riceve (punto 9):

- dal soggetto interessato le Schede informative (A1-A6, A8)
- dal comune descrizione del sito – scheda A7
- dalla provincia l'elenco dei siti bonificati per i quali è stata rilasciata la certificazione di avvenuta bonifica
- dall'ARPA interventi realizzati con le procedure semplificate e delle attività di monitoraggio concluse

Certificato di destinazione urbanistica - Art. 251 comma 2

Superamento delle CSR in seguito ad analisi di rischio,
tale situazione viene riportata:

- dal certificato di destinazione urbanistica
- dalla cartografia e dalle norme tecniche di attuazione dello strumento urbanistico generale del comune

e viene comunicato all'Ufficio tecnico erariale competente.

DGR 10 febbraio 2010 n°8/11348 Linee guida in materia di bonifica di siti contaminati

Allegato 1 paragrafo 3 - “Aggiornamento dei certificati urbanistici”

Il comune interessato dalla situazione di superamento delle CSR deve provvedere alla sua iscrizione:

- nel certificato di destinazione urbanistica
- nella cartografia
- nel piano delle regole

DGR 10 febbraio 2010 n°8/11348

Se la concentrazione dei contaminanti è $< \text{CSR}$ ma $> \text{CSC}$

- nel certificato deve essere fatto riferimento alla situazione di potenziale pericolo
- deve essere indicato l'eventuale monitoraggio ambientale da effettuarsi.

DGR 10 febbraio 2010 n°8/11348

Nel caso in cui il soggetto obbligato/interessato presenti una relazione tecnica riassuntiva del monitoraggio svolto che attesti che le concentrazioni dei contaminanti siano inferiori alle CSR

- Il comune provvede alla cancellazione dal certificato urbanistico del monitoraggio
- Resta sempre però l'iscrizione nei certificati urbanistici della situazione di potenziale contaminazione a seguito del superamento dei CSC

DGR 10 febbraio 2010 n°8/11348

Una volta effettuata la bonifica

- il certificato urbanistico deve fare riferimento alla situazione raggiunta dalle matrici ambientali, in riferimento alla destinazione d'uso dell'area
- resta fermo l'iscrizione post-intervento della situazione di potenziale pericolo a seguito del superamento delle CSC
- nel caso di interventi di messa in sicurezza permanente, l'iscrizione nei certificati urbanistici dovrà prevedere il controllo almeno decennale dell'efficacia del capping

DGR 10 febbraio 2010 n°8/11348

Il certificato urbanistico deve indicare le eventuali limitazioni d'uso delle matrici ambientali coinvolte e la fruizione del sito.

In caso di modifica di destinazione d'uso del suolo o di modifica dell'utilizzo del suolo, in un'area oggetto di analisi di rischio già approvata, il soggetto trasmette agli enti interessati:

- una nuova analisi di rischio sito-specifica
- copia dell'atto di approvazione del progetto esecutivo dell'intervento

DGR 10 febbraio 2010 n°8/11348

Se la modifica dell'utilizzo dei suoli comporta interventi di natura edilizia, il soggetto interessato/obbligato deve trasmettere:

- il documento di analisi di rischio
- copia del permesso di costruire o DIA

DGR 10 febbraio 2010 n°8/11348 - Commento

- Garanzia di chiarezza per chi compra
- Qual è il grado di applicazione della DGR nei comuni lombardi ?
- Appare preferibile presentare l'Analisi di rischio con un Progetto edilizio definito

Certificato di avvenuta bonifica e riutilizzo dell'area

- Certificato di avvenuta bonifica arriva dopo un lungo iter amministrativo e tecnico
- Questo blocca il riutilizzo dell'area
- E' possibile, almeno in alcuni casi, l'esecuzione di interventi edilizi senza attendere la conclusione della bonifica ?

Alcune possibilità

1. Spesso all'interno di un sito vi sono aree “non contaminate”
2. A volte gli interventi di bonifica, intesi come interventi di scavo, rappresentano parte degli interventi edilizi
3. Lo strumento dell'analisi di rischio consente di utilizzare tecniche costruttive per tagliare percorsi dei contaminanti (aria indoor, aria outdoor, lisciviazione in falda) attraverso sistemi di isolamento

D.Lgs 152/2006 - Art.240 comma 1a): Definizione di sito

- “Area o porzione di territorio, geograficamente definita e determinata, intesa nelle diverse matrici ambientali (suolo, sottosuolo ed acque sotterranee) e comprensiva delle eventuali strutture edilizie e impiantistiche presenti”

Il catasto: inventario dei beni immobili di uno Stato, che ne definisce i possessori

1. La proprietà di terreni e fabbricati è individuata nel catasto attraverso fogli e mappali
2. Anche negli atti amministrativi della bonifica (autorizzazione dell'intervento, certificato di avvenuta bonifica) si fa riferimento al catasto
3. Frazionamento della proprietà, se necessario
4. Contestualità degli interventi di bonifica, su una parte dell'area, e degli interventi edilizi, sull'altra.
5. Occorre gestire le eventuali interferenze logistiche, di sicurezza, ambientali

Gli interventi di scavo

1. A volte le attività di bonifica si concretizzano attraverso interventi di scavo
2. Gli interventi di scavo possono essere funzionali agli interventi edilizi, se gli interventi di scavo sono maggiori di quello di bonifica ...
3. In ogni caso si potrebbe configurare la possibilità di una continuità temporale delle due attività, dopo collaudo ARPA senza attendere Certificato avvenuta bonifica (proposta di carattere generale)

L'analisi di rischio

1. Nell'individuazione del futuro riutilizzo del sito l'analisi di rischio consente di considerare soluzioni costruttive atte a tagliare percorsi di esposizione
2. Si tratta di tagliare o limitare percorsi di volatilizzazione indoor, outdoor, lisciviazione in falda, e ottenere CSR meno restrittive e quindi minori volumi di terreno da bonificare, e maggiore certezza di raggiungere gli obiettivi di bonifica
3. Le soluzioni riguardano ad esempio drenaggio e captazione di eventuali vapori organici, solette atte a evitare la penetrazione dei vapori, impermeabilizzazioni esterne e regimazione delle acque meteoriche atte a contenere la lisciviazione in falda di contaminanti

Opportunità - introduzione

Il concetto di sostenibilità

Suolo risorsa finita

Brownfield e greenfield

La definizione inglese: PDL Previous Developed Land

Svantaggi dei brownfields

L'approccio inglese

- Obiettivi ambiziosi: 60-70% delle nuove residenze da brownfields
- Land use database collegato a GIS
- Detrazioni fiscali fino al 150% delle spese sostenute per gli interventi di bonifica
- Landfill tax exemption

Italia

Scomputo della bonifica dagli oneri di urbanizzazione

DPR 380/2001 Art 16, comma 7

Opere di urbanizzazione primaria

- Strade residenziali
- Spazi di sosta o parcheggio
- Fognature
- Rete idrica
- Rete di distribuzione dell'energia elettrica e del gas
- Pubblica illuminazione
- Spazi di verde attrezzato

DPR 380/2001 Art 16, comma 8

Opere di urbanizzazione secondaria

- Asili nido e scuole materne, scuole dell'obbligo, strutture e complessi per l'istruzione superiore all'obbligo,
- Mercati di quartiere
- Delegazioni comunali
- Chiese e altri edifici religiosi
- Impianti sportivi di quartiere
- Aree verdi di quartiere
- Centri sociali e attrezzature culturali e sanitarie.

Nelle attrezzature sanitarie sono ricomprese le opere, le costruzioni e gli impianti destinati allo smaltimento, al riciclaggio o alla distruzione dei rifiuti urbani, speciali, pericolosi, solidi e liquidi, alla bonifica di aree inquinate.

L.R. 29 giugno 2009, n° 10, Art. 3, comma 5

- Integrando la [L.R. 12/05](#), classifica espressamente le opere di bonifica quali opere di urbanizzazione secondaria e indica i presupposti per lo scomputo dei relativi costi.
- prevede il diritto a scomputare il 50% dei costi di bonifica dagli oneri di urbanizzazione secondaria **per i siti di interesse nazionale**.
- I comuni possono ammettere scomputi maggiori , in considerazione della rilevanza della bonifica.

Scomputo della bonifica dagli oneri di urbanizzazione

Lo scomputo è ammissibile – Art. 3:

comma 1: Per i soggetti interessati non responsabili dell'inquinamento che sollevano la PA dall'obbligo di bonifica

comma 6: Per soggetti interessati non responsabili qualora dimostrino di non essere a conoscenza, all'atto di acquisizione, della situazione di contaminazione o per i quali l'obbligo di bonifica sia sopravvenuto in relazioni a modifiche normative.

comma 9: E' previsto l'obbligo di costituzione di un fondo vincolato per i comuni, ove sono presenti siti contaminati, derivante dalle somme riscosse per gli oneri di urbanizzazione secondaria ...

Strumenti a disposizione

- Progettazione integrata
- Tecnologie di bonifica
- GRiP®

Progettazione integrata

E' la progettazione degli interventi di bonifica che procede di pari passo con la progettazione degli interventi di riqualificazione urbanistica dell'area.

Vantaggi

La contestualità e la complementarietà delle due progettazioni favoriscono scelte ecosostenibili e consentono di minimizzare i costi ed i tempi dell'intera operazione di riqualificazione dell'area.

Progettazione integrata – la conoscenza del sito

- La conoscenza completa delle passività ambientali dell'area che si raggiunge con uno studio della storia del sito ed una caratterizzazione approfondita e di dettaglio, rappresenta un valore aggiunto per la fase progettuale della bonifica.
- Investire in indagini ambientali è una condizione necessaria per la buona riuscita dell'operazione

Progettazione integrata – Passi da compiere

1. Individuare scenari semplificati per la riqualificazione dell'area (residenziale, commerciale, verde, multifunzione) con riferimento prima agli obiettivi di bonifica tabellari in funzione della destinazione d'uso (CSC), quindi agli obiettivi di bonifica sito specifici (CSR), derivanti dall'applicazione di un'analisi di rischio "di base", al fine di ottenere un range stimato di costi della bonifica.
2. Affinare gli scenari più interessanti introducendo, a fianco di differenti soluzioni di bonifica e messa in sicurezza, alcune variabili:
 - disposizioni degli edifici e degli spazi all'aperto;
 - tipologia di edifici da realizzare (ad esempio con o senza piani interrati);
 - morfologia finale con calcolo dei movimenti terra in ingresso e in uscita dall'area;
 - soluzioni ingegneristico-costruttive che limitino e taglino percorsi di esposizione ai contaminanti.

Progettazione integrata – passi da compiere (2)

3. Costruire una matrice di confronto delle varie soluzioni esaminate:
 - probabilità di accettazione da parte degli Enti;
 - possibilità di contemporaneità dei cantieri di bonifica ed edilizio;
 - sostenibilità ambientale;
 - tempi, costi e relativi gradi di incertezza;
 - vincoli e adempimenti che restano sull'area (d'uso, presidi ambientali, quali ad es. barriera idraulica, monitoraggi).
4. Scegliere e sviluppare la soluzione più valida sia da un punto di vista economico che di rispetto dell'ambiente.

Tecnologie di bonifica

- Tecnologie di trattamento in situ, on site, off site
- Consolidate e innovative

Parere

- Lo smaltimento in discarica consentito solo se viene dimostrata in sede progettuale l'impossibilità tecnica e/o economica di un trattamento
- Si pensi a quanto terreno recuperabile (ad esempio contaminato da idrocarburi) finisce attualmente in discarica

GRiP® Guaranteed Remediation Program - La bonifica a prezzo garantito

Il contratto è legato al raggiungimento degli obiettivi di bonifica

Arcadis

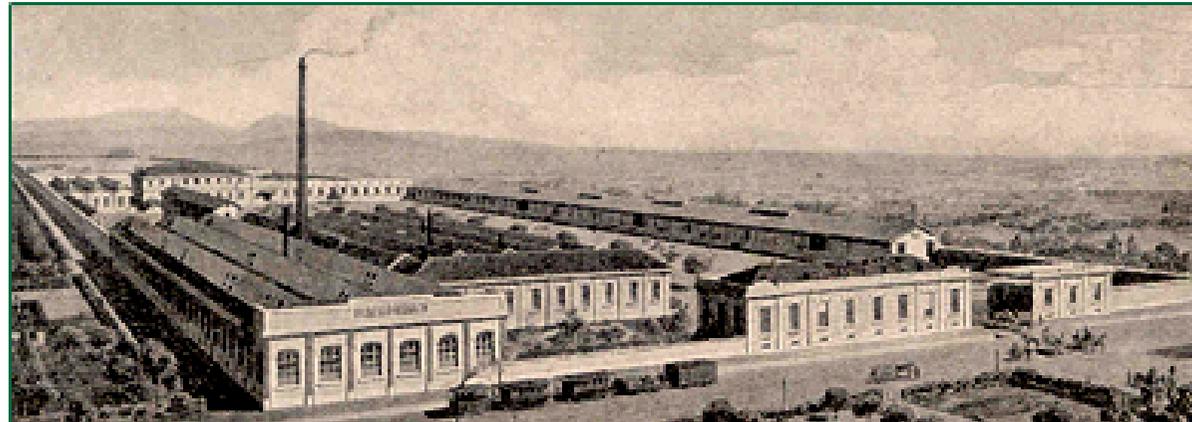
- si assume la responsabilità della bonifica ad un prezzo fissato e garantito attraverso un'assicurazione che copre gli eventuali maggiori oneri;
- sceglie le tecnologie di intervento più efficaci concordandole con le autorità, ed è incentivata una riduzione dei tempi di bonifica
- si fa carico anche di contaminazioni non previste, evitando così contenziosi e ulteriori costi per i clienti

Alcuni esempi di bonifica e di tecnologie

- Via Murat Milano
- PRU Palizzi Milano
- Pisticci (MT)
- Treocate (NO)
- Ex Sasol Paderno Dugnano
- Francia
- Sito confidenziale

Ex Oleoblitz - Via Murat Milano

Nel 1882 il Sig. Reinach fonda la società "Oleoblitz lubrificanti - Milano" che produce lubrificanti per uso industriale



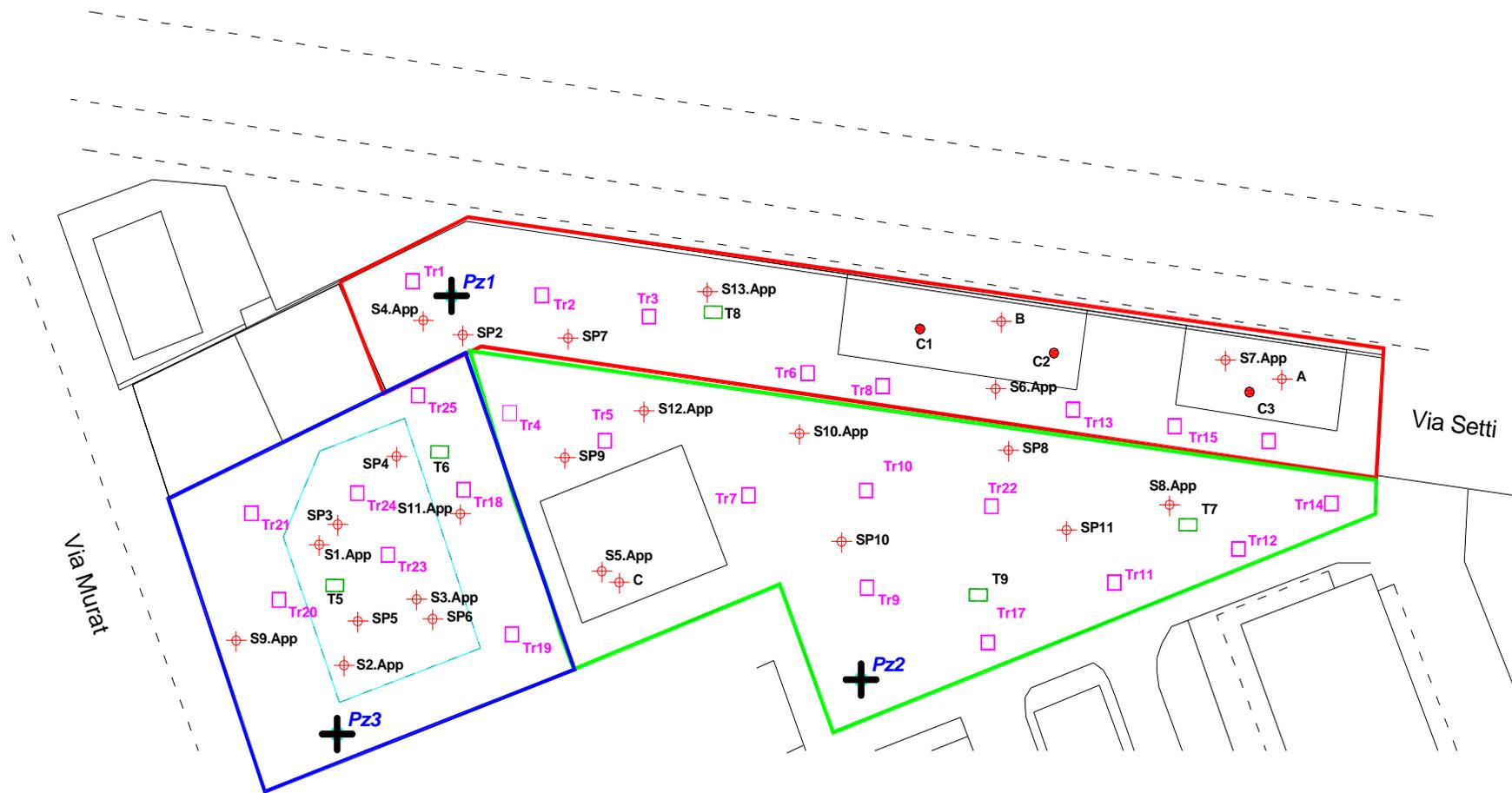
Nel 1987 l'azienda si trasferisce in Provincia di Torino

Parte dell'area viene riutilizzata per uso artigianale, parte viene destinata ad uso residenziale

Caratterizzazione: terreni e acque sotterranee

- Novembre 2001 – Marzo 2005: indagini di caratterizzazione in 4 fasi attraverso realizzazione trincee, sondaggi e microsondaggi, piezometri, da parte di varie aziende
- Emerge una contaminazione diffusa principalmente da PCB e idrocarburi (e in minor misura IPA) nei terreni di riporto (max 1 m), ma anche nei terreni naturali con alcuni hot spot profondi (9,5 m in area giardino)
- Falda a 22 m non contaminata

Caratterizzazione: ubicazione punti di indagine



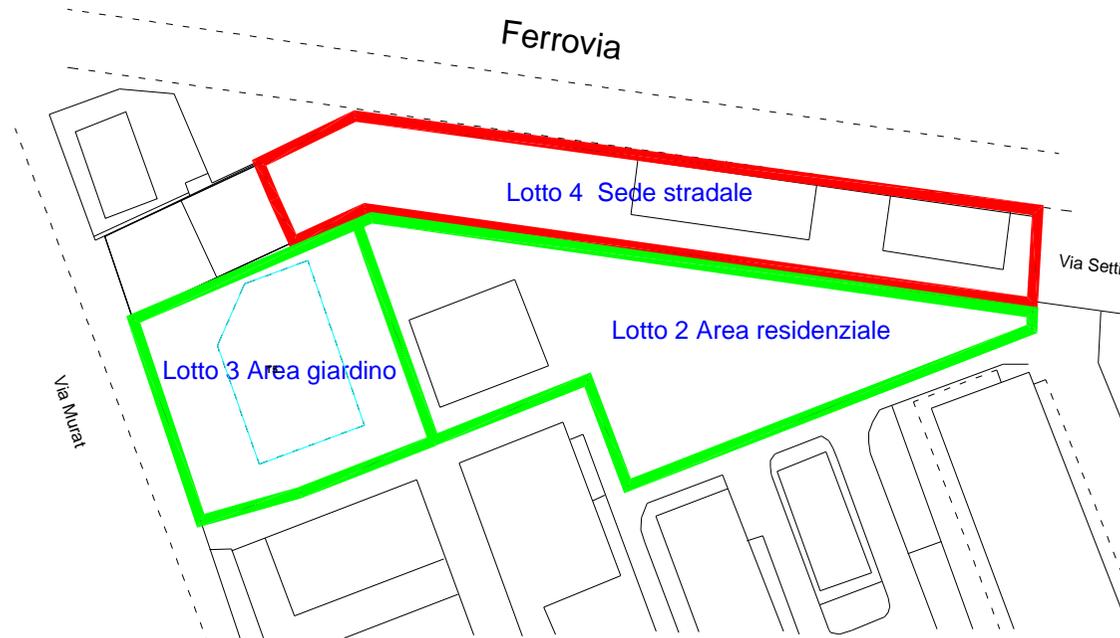
Stato dell'area prima degli interventi di bonifica



Progetto di riqualificazione del sito

Superficie area: ca. 7000 mq

- Residenze: 3000 mq (CSC colonna A)
- Strada: 2200 mq (CSC colonna B)
- Giardino: 1700 mq (CSR da analisi di rischio)



Interventi

- Lotto giardino: analisi di Rischio sito specifica, escavazione hot spot fino a 3,5 m, impermeabilizzazione e regimazione acque di pioggia, piezometri e lisimetri di monitoraggio
- Lotto residenza e strada: escavazione terreni di riporto e contaminati

Lotto residenza: 3 successivi collaudi



Lotto giardino: opere di impermeabilizzazione



Tempistica e criticità

Tempistica

- Presentazione PP - Autorizzazione alla bonifica: 9 mesi
- Da avvio lavori a fine lavori: 9 mesi
- Relazione fine lavori - Certificazione avvenuta bonifica: 2 mesi

Criticità

- Difformità di risultati tra laboratorio ARPA e laboratorio privato

Interventi edilizi realizzati





Biorisanamento on site

EuroMilano, PRU Via Palizzi, Milano – 1999/2003



Trattamento biologico on-site

- Scavo guidato
- Deposito e classificazione terreni
- Pretrattamento terreni
- Biopile dinamiche



- Terreno trattato: 144.000 mc



Riqualificazione

Completo risanamento dell'area

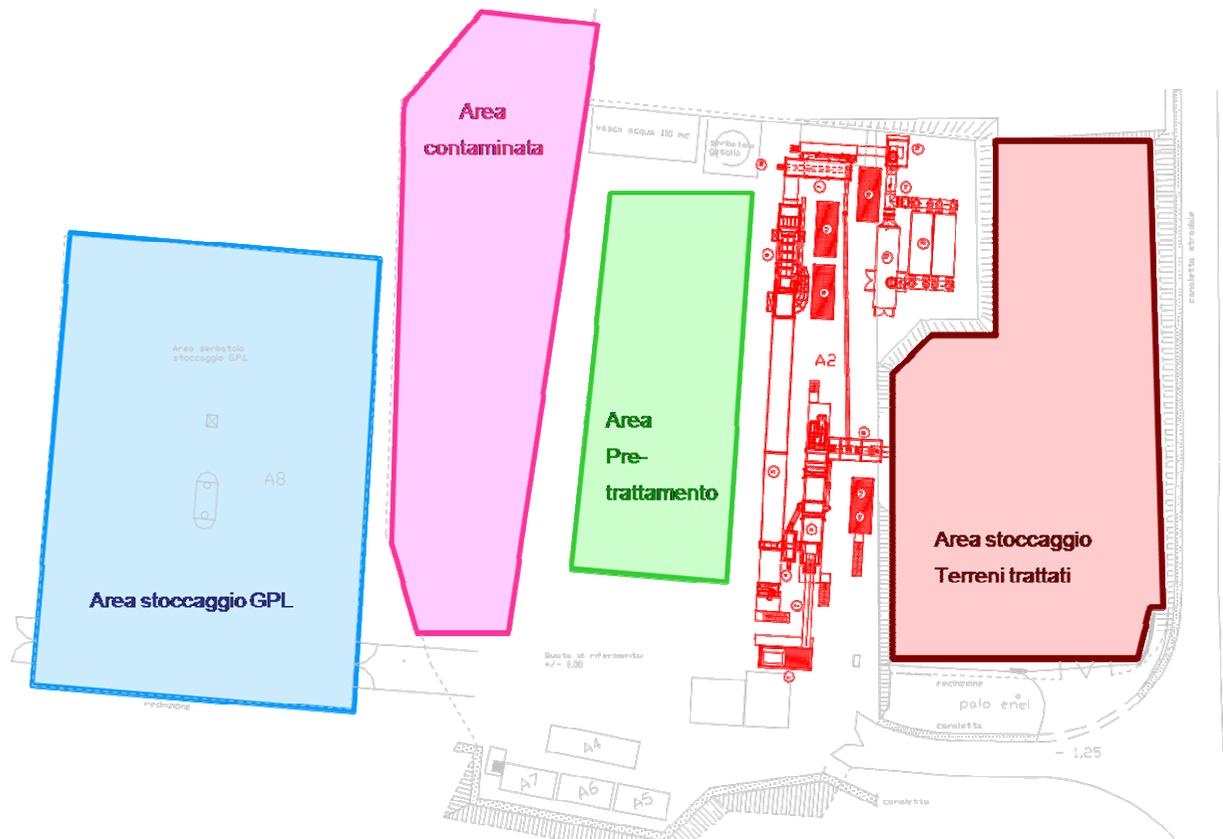


Certificazione avvenuta
bonifica Provincia di
Milano



Desorbimento termico on site

Ambiente ora Saipem, Pisticci (MT) - 2003/2004



Area ex pozzo petrolifero 14

schema cantiere



Allestimento cantiere

- Area di trattamento
- Area con vasca stoccaggio acque di raffreddamento



Impianto mobile di trattamento termico

Fasi di montaggio:
allestimento post combustore



Tramoggia di carico e filtro



Concentrazione TPH

massima: 200.000 mg/kg

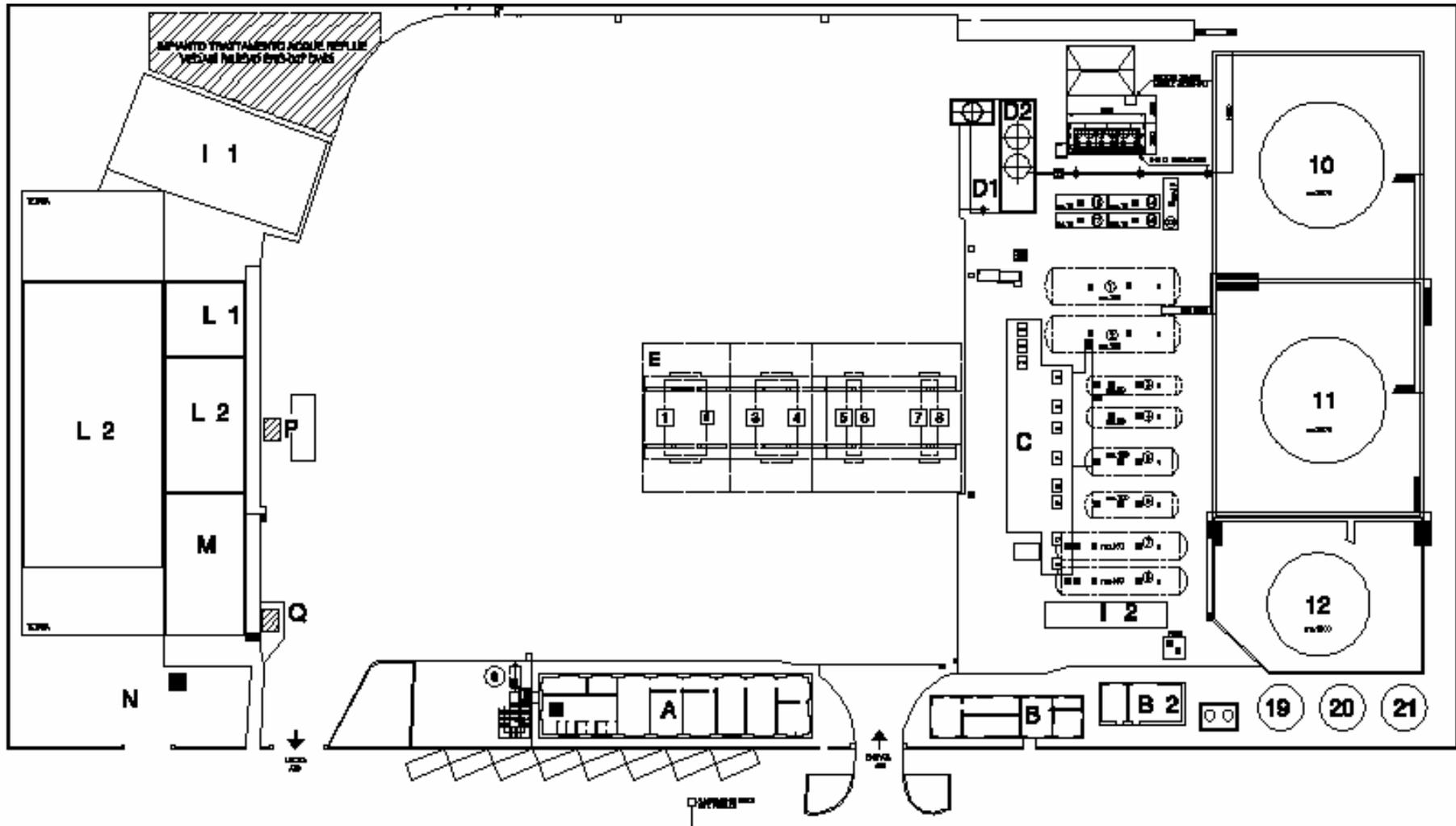
media: 26.000 mg/kg

uscita impianto: <10 mg/kg



Terreno trattato:

20.000 tonnellate



Bonifica in situ

Erg Petroli, Trecate (NO)



Deposito idrocarburi

Area di 16.000 m²

Contaminazione da BTEX e idrocarburi

Attività

Progettazione, costruzione ed installazione impianti di bonifica SVE

Start up bonifica: 2005

Chiusura bonifica: 2008

Contaminanti rimossi:

- BTEX > 6,7 t
- VOC > 16,8 t

Concentrazioni finali

< limiti industriali



Bonifica in situ/on site e messa in sicurezza permanente
Ex SASOL Italy, Paderno Dugnano (MI)

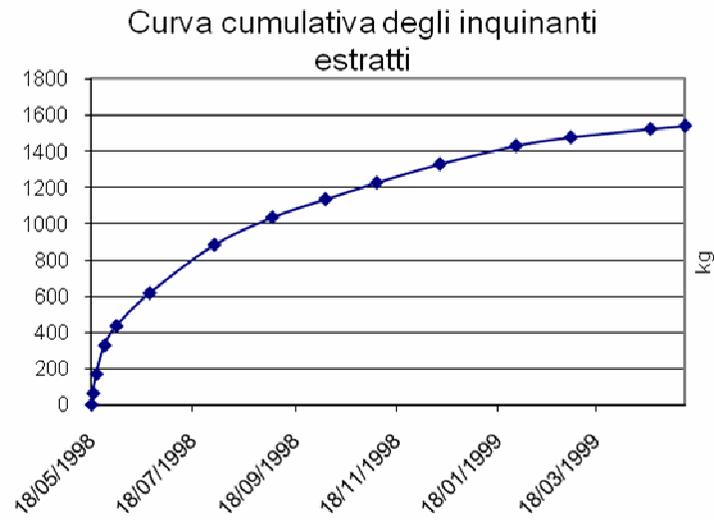
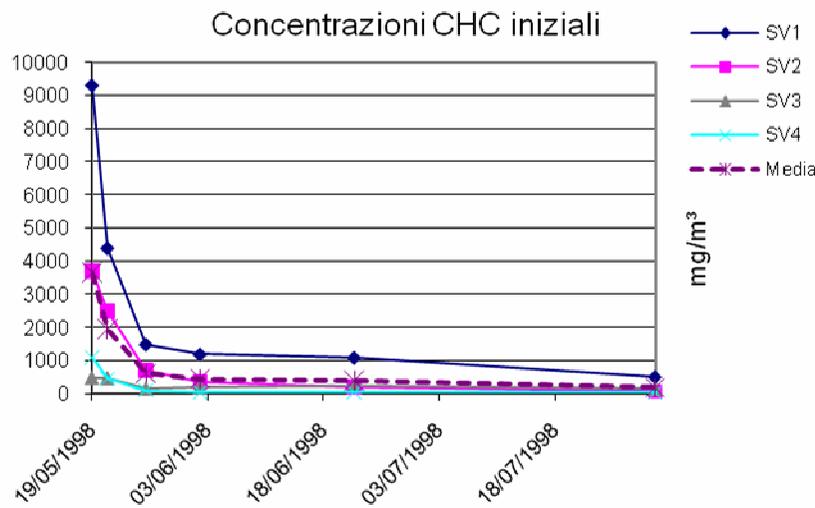


Intervento SVE

Area serbatoi interrati
 Concentrazioni iniziali
 contaminanti

- CHC > 9000 mg/mc
- BTEX > 1000 mg/mc

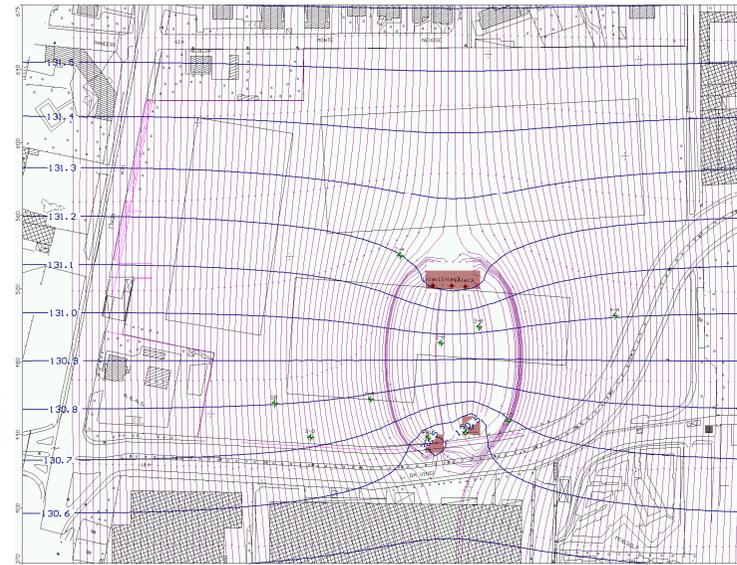
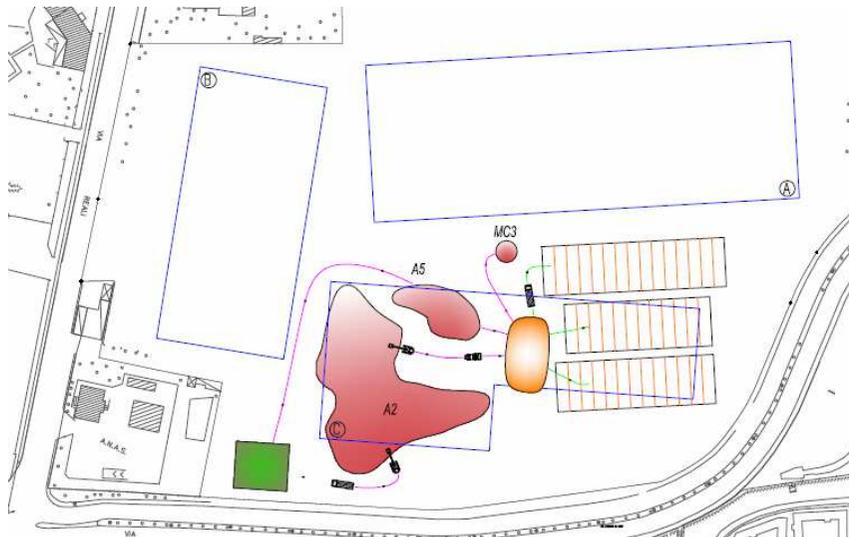
Tot. contaminanti estratti ca.
 1600 kg





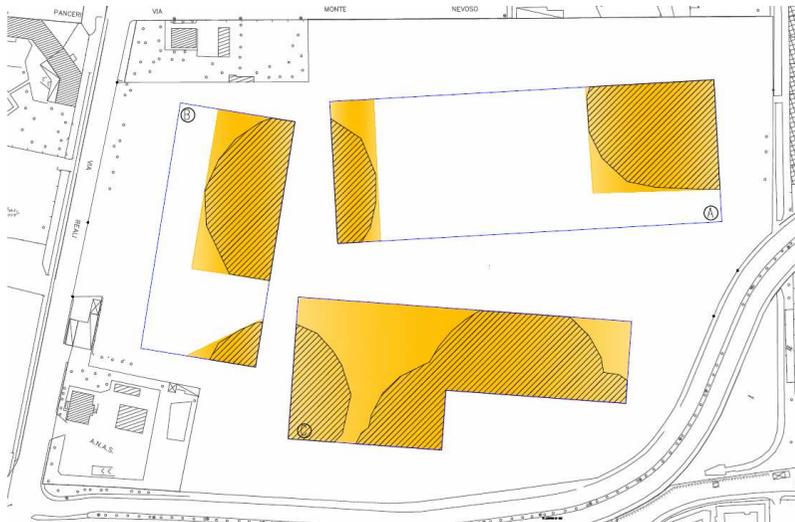
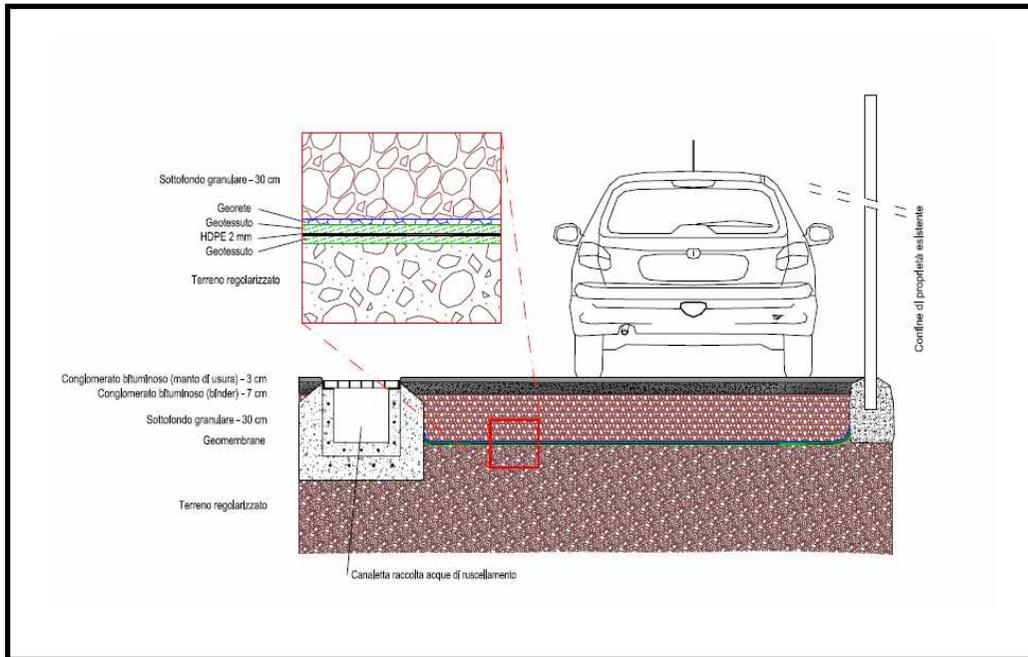
Interventi di bonifica progettati

- Riduzione contaminazione mediante intervento SVE-BV
- Trattamento terreni mediante biorisanamento
- Messa in sicurezza falda tramite barriera idraulica e re-immersione acque emunte



Interventi di messa in sicurezza permanente progettati

Impermeabilizzazione aree esterne ed interne ai nuovi edifici mediante guaine impermeabili al fine di tagliare i percorsi di diffusione vapori



TRATTAMENTO ERD (ENHANCED REDUCTIVE DECHLORINATION) DI UN IMPIANTO DI CROMATURA - Francia



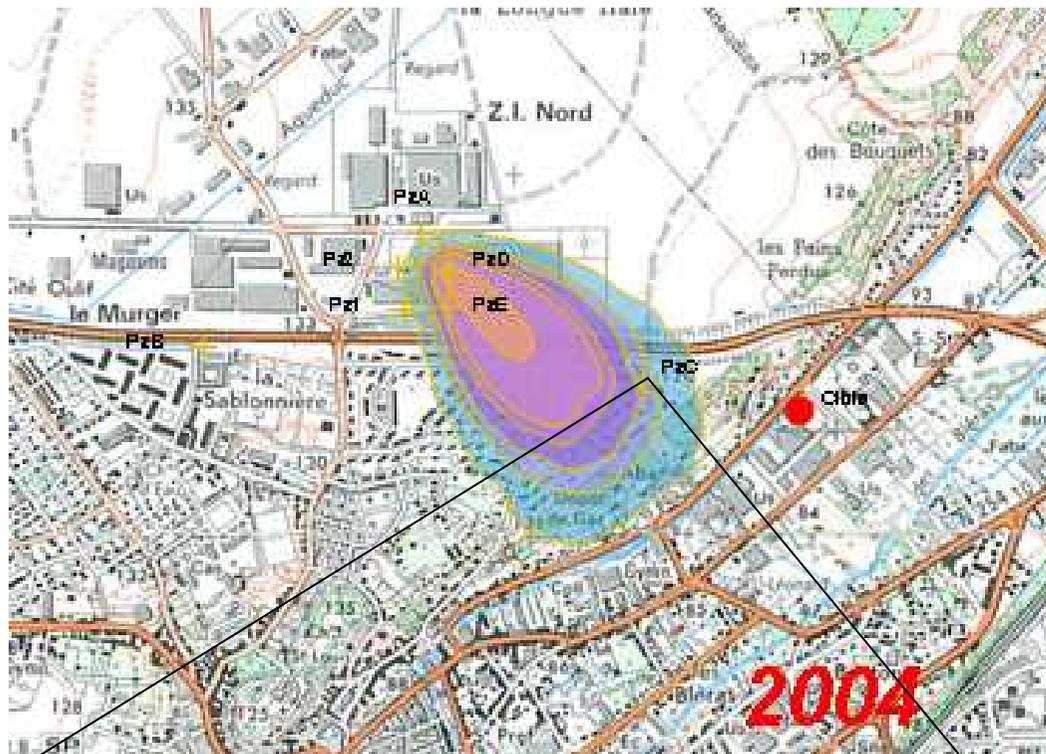
Breve introduzione al progetto (1)

- Il sito in oggetto è costituito da un ex impianto di cromatura
- Le attività produttive sono iniziate nel 1962 e sono terminate nel 2005
- Tra il 1962 e il 1970, l'impianto smaltiva i suoi scarti direttamente nel sottosuolo (discarica interna)
- Diversi contaminanti sono stati riscontrati nel sottosuolo e nelle acque di falda: cromo, idrocarburi/LNAPL (Light Nonaqueous Phase Liquids), Solventi Organici in particolare HVOC (Halogenated Volatile Organic Compound)
- ARCADIS ha cominciato a lavorare in questo sito nel 1995, le attività di bonifica sono iniziate nel 1997 e sono state articolate in:
 - Messa in sicurezza permanente - in sito - dei terreni maggiormente contaminati (1997)
 - Sbarramento idraulico / P&T (dal 2000)

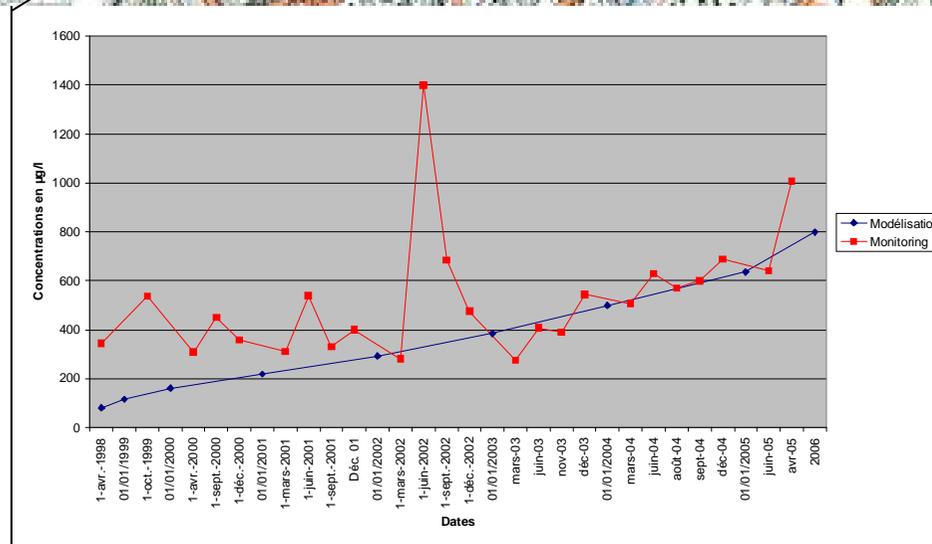
Breve introduzione al progetto (2)

- Il sistema di P&T ha favorito un'ampia rimozione della contaminazione ma non ha costituito un intervento di bonifica risolutivo (sarebbero necessari più di 100 anni di trattamento)
- Immediatamente prima della dismissione del sito sono stati fatti nuovi studi:
 - Ricerca dei DNAPL (Dense Nonaqueous Phase Liquid)
 - Modellizzazione dell'acquifero per definire gli obiettivi di bonifica
- Dopo la dismissione del sito nel 2005 è stato proposto un intervento di IRZ (In Situ Reactive Zone) :
 - Rimozione della sorgente di contaminazione nel sottosuolo (dopo la demolizione delle costruzioni)
 - Trattamento IRZ (ERD e bioprecipitazione del cromo)

Plume HVOC (2004)



Andamento della
concentrazione di
Tricloroetilene dal
1998 al 2005



Dati iniziali

A seguito delle investigazioni:

- DNAPL / LNAPL assenti all'interno dei pozzi di pompaggio delle acque di falda
- 3 sorgenti principali della contaminazione
 - Area Deposito / Pz2 : 15 mg/l Tricloroetilene
 - Discarica interna / PzD : > 1 000 mg/l Tricloroetilene
 - Area cromatura / MP1 : > 1 000 mg/l Tricloroetilene
- Obiettivi di bonifica per le acque di falda a valle del sito :
 - 6 mg/l HVOC
 - 3 mg/l Tricloroetilene

Progettazione del trattamento

Progetto e dimensionamento dell'intervento:

- 38 pozzi di iniezione di melassa per il trattamento IRZ - ERD
 - 28 pozzi interni al sito
 - 10 pozzi esterni al sito realizzati per ridurre il plume di contaminazione esterno
- 8 pozzi di pompaggio e trattamento finalizzati a:
 1. Recuperare l'eventuale aumento della concentrazione di Tricloroetilene dovuta all'effetto di mobilizzazione con il trattamento ERD
 2. Mantenere attivo lo sbarramento idraulico nei due anni successivi alla prima iniezione e al processo di ERD (effetto di desorbimento del trattamento ERD)

Trattamento

- 11 cicli di iniezioni di melassa a scadenza trimestrale
- Periodicità delle iniezioni definita sulla base delle concentrazioni di Carbonio Organico Totale (e sulla base delle concentrazioni dei HVOC)
- Prime iniezioni: volume e concentrazione delle melasse sulla base delle concentrazioni di solventi clorurati ritrovate:
 - Melasse con diluizione al 15% in acqua per alte concentrazioni di HVOC e volumi da 2 a 3 m³ per pozzo
 - Melasse con diluizione al 5% in acqua per medio basse concentrazioni di HVOC e volumi da 1 a 2 m³ per pozzo
- Ultime iniezioni: 3 m³ di melasse con diluizione al 5% in acqua
- Ogni evento di iniezione ha richiesto 60 m³ di miscela di melasse

Iniezione delle melasse



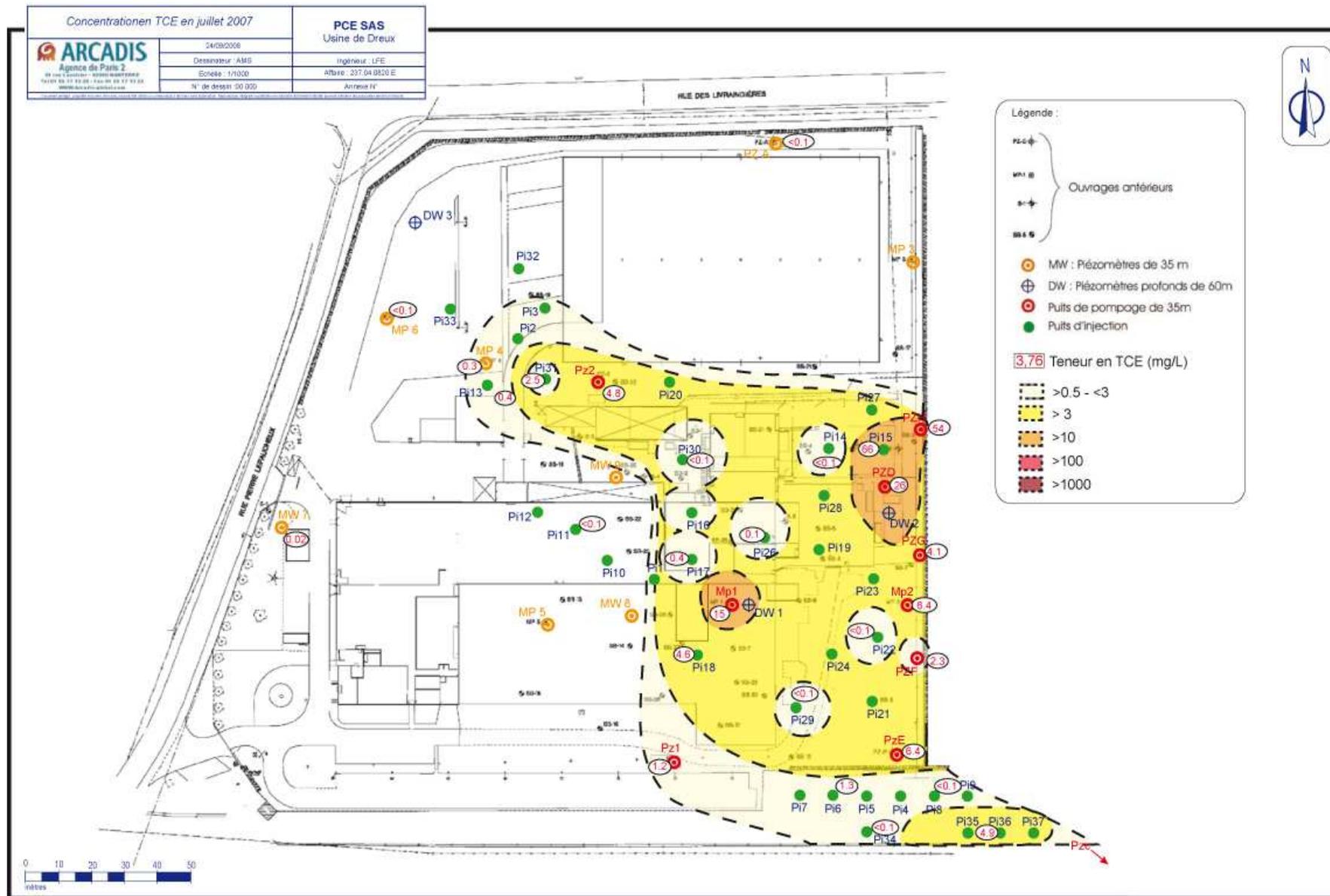
Efficienza del trattamento

Pumping wells	Initial TCE concentrations (µmol/l)	TCE concentrations 20th of February 2009 (µmol/l)	TCE decrease (%)	Initial total HVOC concentrations (µmol/l)	Total HVOC concentrations 20th of February 2009 (µmol/l)	Total HVOC decrease (%)
Source areas						
Pz2	106.11	6.51	93.86	112.42	21.2	81.14
PzD	8 288.81	16.04	99.81	8 292.14	16.76	99.80
MP1	17 699.84	17.65	99.90	17 703.81	18.19	99.90
Arvin Meritor limit						
PzH	1 388.37	69.16	95.02	1390.06	70	94.96
PzG	1 369.22	48.11	96.49	1 370.10	48.71	96.44
MP2	970.34	0.99	99.90	974.69	16.10	98.35
PzF	1 185.60	34.84	97.06	1 186.09	41.00	96.54
Downgradient on site limit						
Pz1	55.81	0.5	99.10	59.40	9.14	84.61
PzE	114.71	1.41	98.77	117.32	7.89	93.27

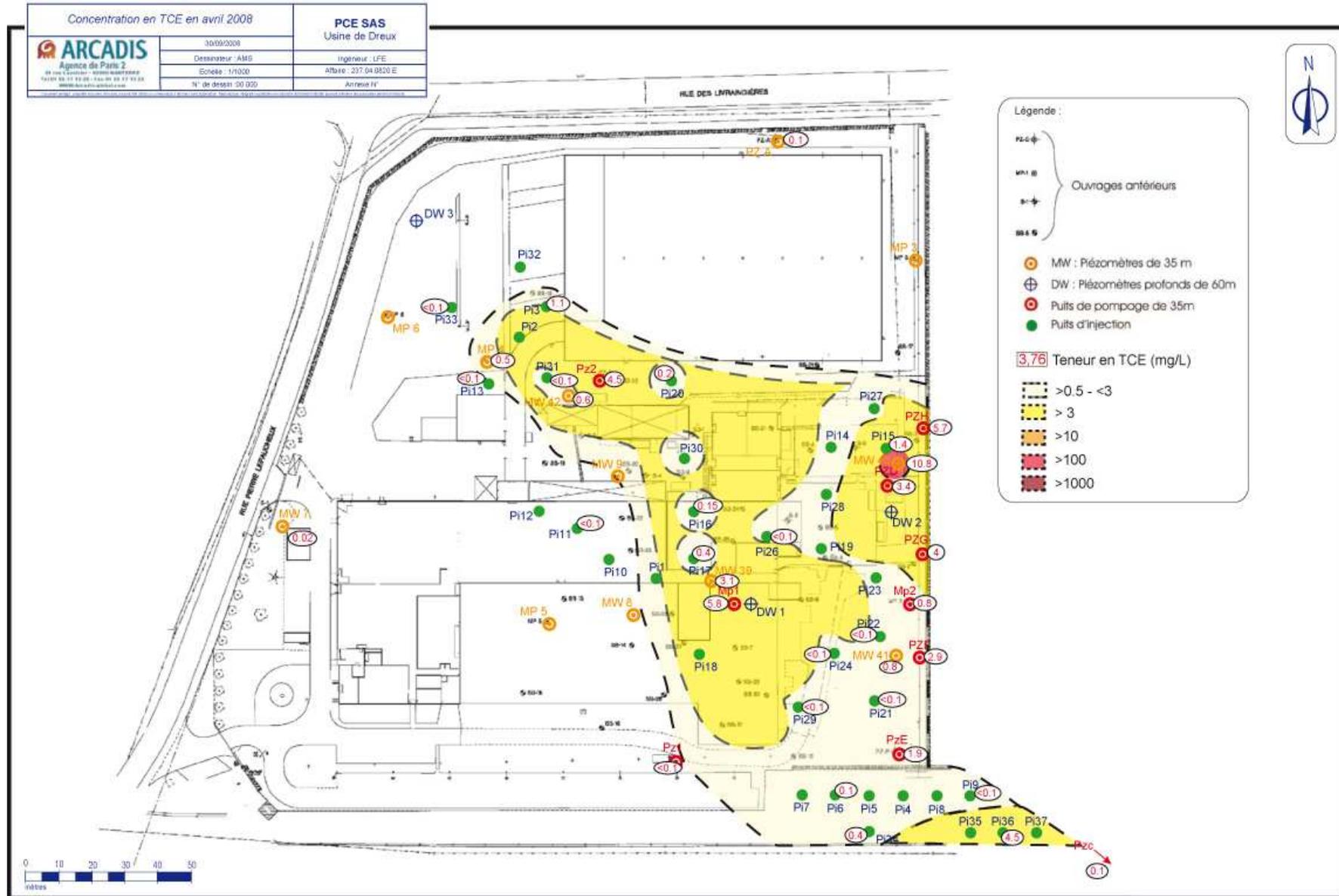
Plume Trichloroéthylène: Maggio/Agosto 2004



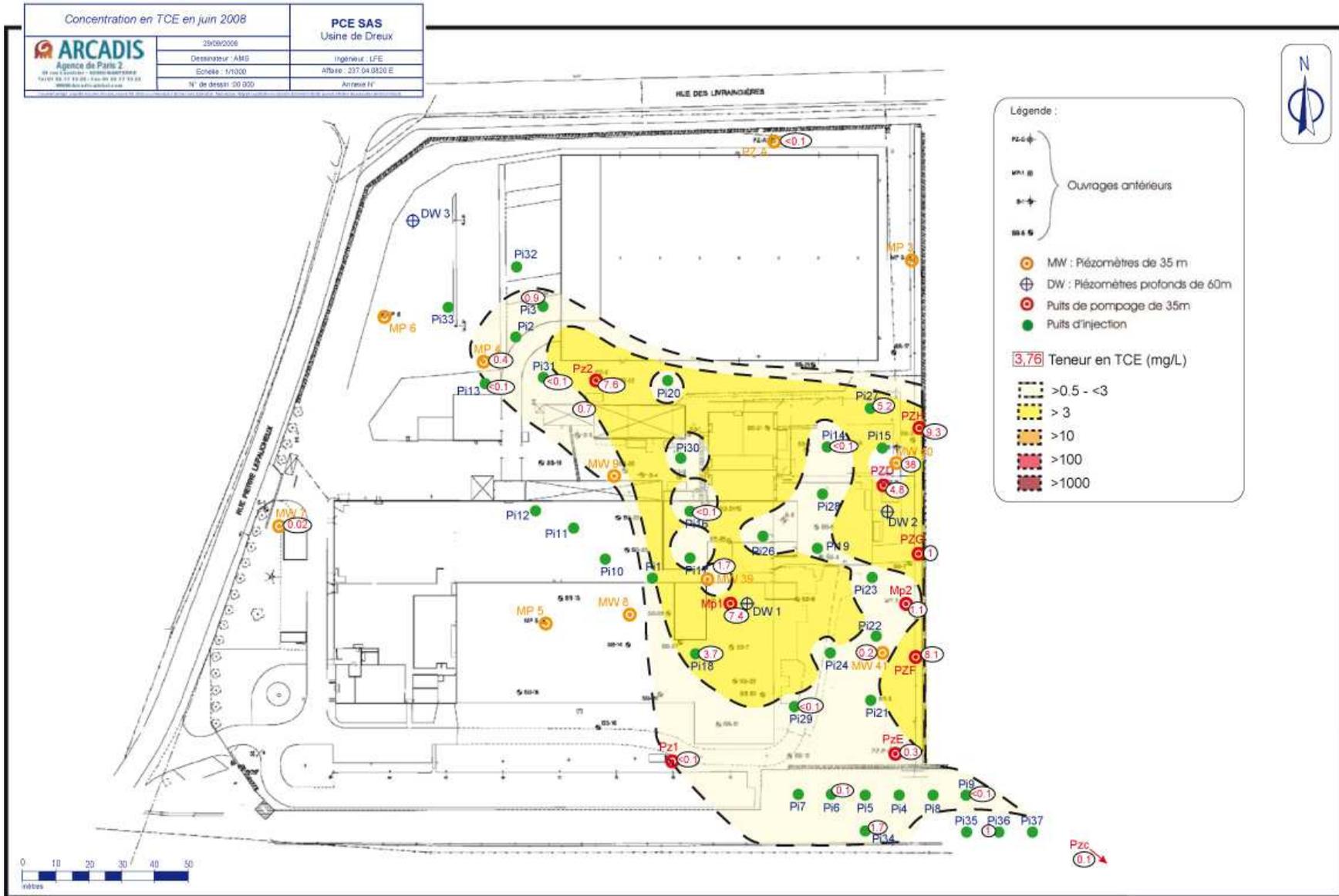
Plume Trichloroéthylène: Luglio 2007



Plume Trichloroéthylène: Avril 2008



Plume Trichloroéthylène: Juin 2008



TRATTAMENTO TERMICO IN SITU

Principio:

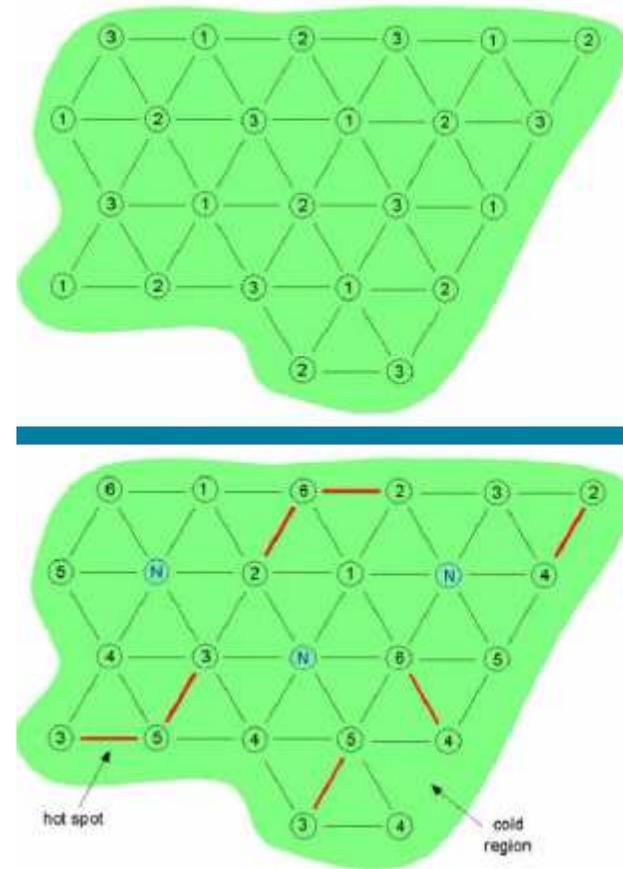
- Riscaldamento del sottosuolo
- Estrazione massiva degli inquinanti (vapori, disciolti, in fase)
- Eventuale distruzione (Pirolisi)

Tecniche:

- Riscaldamento elettrico resistivo (ERH)
- Riscaldamento elettrico conduttivo (TCH)
- Iniezione vapore

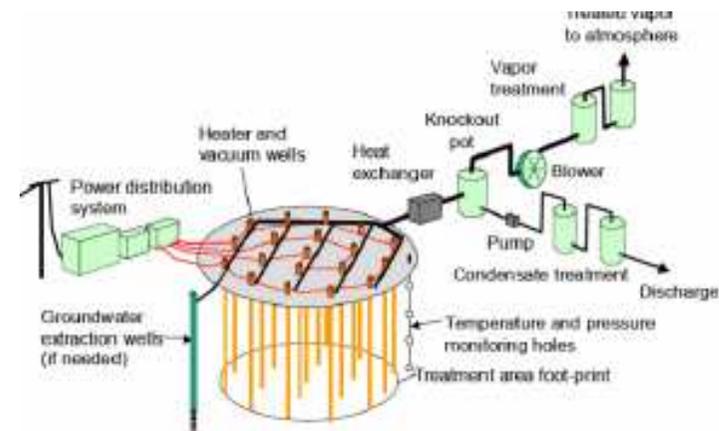
Riscaldamento elettrico resistivo (ERH)

- Elettrodi inseriti nel sottosuolo in maglia esagonale o triangolare
- Riscaldamento del sottosuolo determinato dalla resistività della matrice
- Il riscaldamento è proporzionale all'energia dissipata (più elevato dove è elevato il flusso di corrente)
- L'uniformità del riscaldamento è influenzata dall'eterogeneità dell'acquifero
- Richiede umidità che però limita l'innalzamento della temperatura

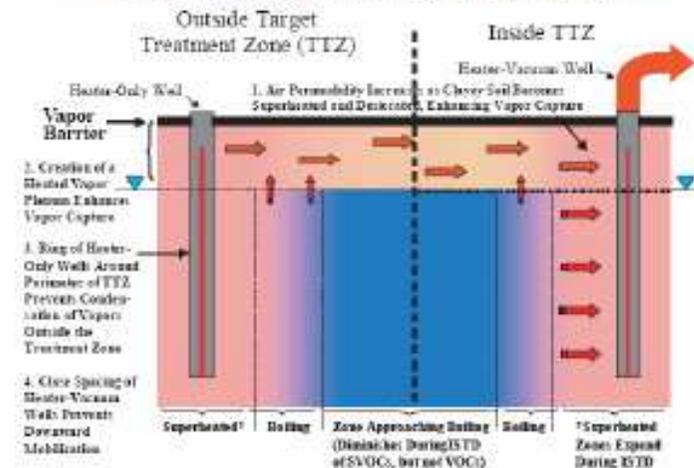


Riscaldamento elettrico conduttivo (TCH)

- Riscaldamento del sottosuolo per conduzione da resistenze elettriche
- Le temperature raggiunte sono relativamente indipendenti dall'eterogeneità dell'acquifero
- Gli effetti sono proporzionali al tempo di applicazione e inversamente proporzionali all'interasse delle resistenze



Four Ways that ISTD Ensures Vapor Capture and Prevents Unwanted Mobilization

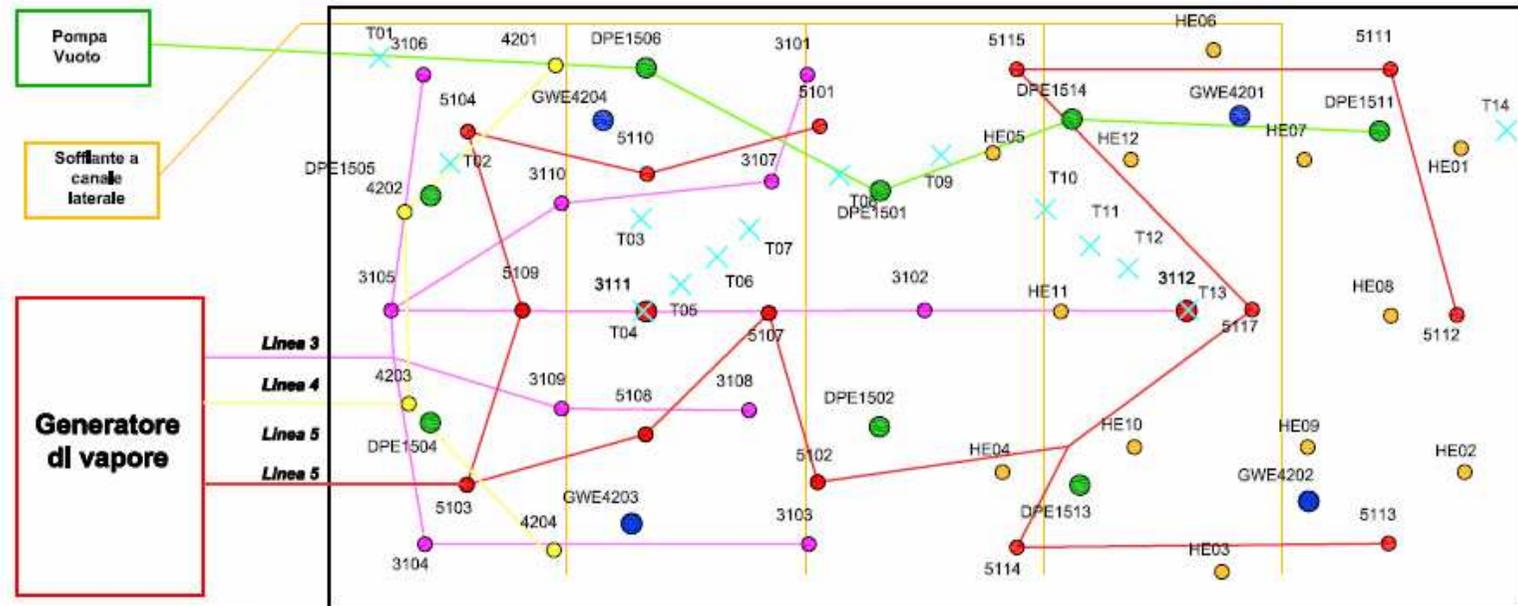


Iniezione di vapore

- Riscaldamento del sottosuolo per iniezione di vapore nell'acquifero o nel vadoso
- Maggiore complessità degli impianti
- Maggiore complessità di gestione dei sistemi
- Generalmente associato con Dual Phase Extraction e air sparging

Esperienze di ARCADIS

Iniezione di vapore / riscaldamento elettrico: un caso in Italia



- Numerose applicazioni nel mondo, principalmente negli Stati Uniti
- Inizio dell'introduzione della tecnologia in Italia

Legenda

3104	Punti di iniezione vapore profondi da 4,8 m dal p.c. e fenestrati nell'ultimo metro	HE04	Pozzetti completati con resistenze elettriche
4204	Punti di iniezione vapore profondi da 6,0 m dal p.c. e fenestrati nel loro ultimi 2 m	GWE4203	Punti di aggottamento delle acque sotterranee
5108	Punti di iniezione vapore profondi da 6,0 m dal p.c. e fenestrati nel loro ultimo metro.	DPE1502	Punti di Dual Phase Extraction
3111	Punti combinati di iniezione/estrazione	T01	Punti di monitoraggio della temperatura

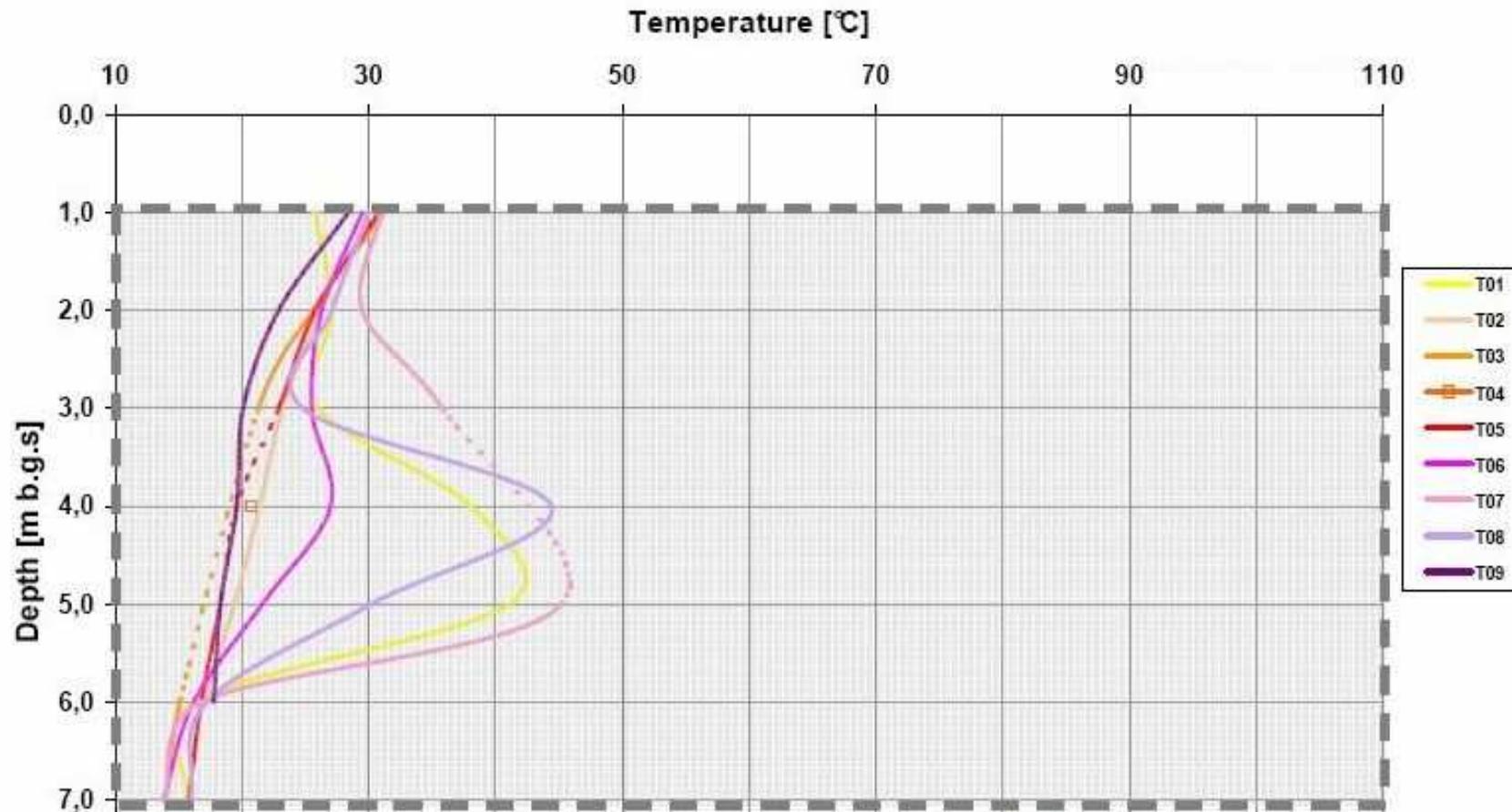
Iniezione di vapore / riscaldamento elettrico



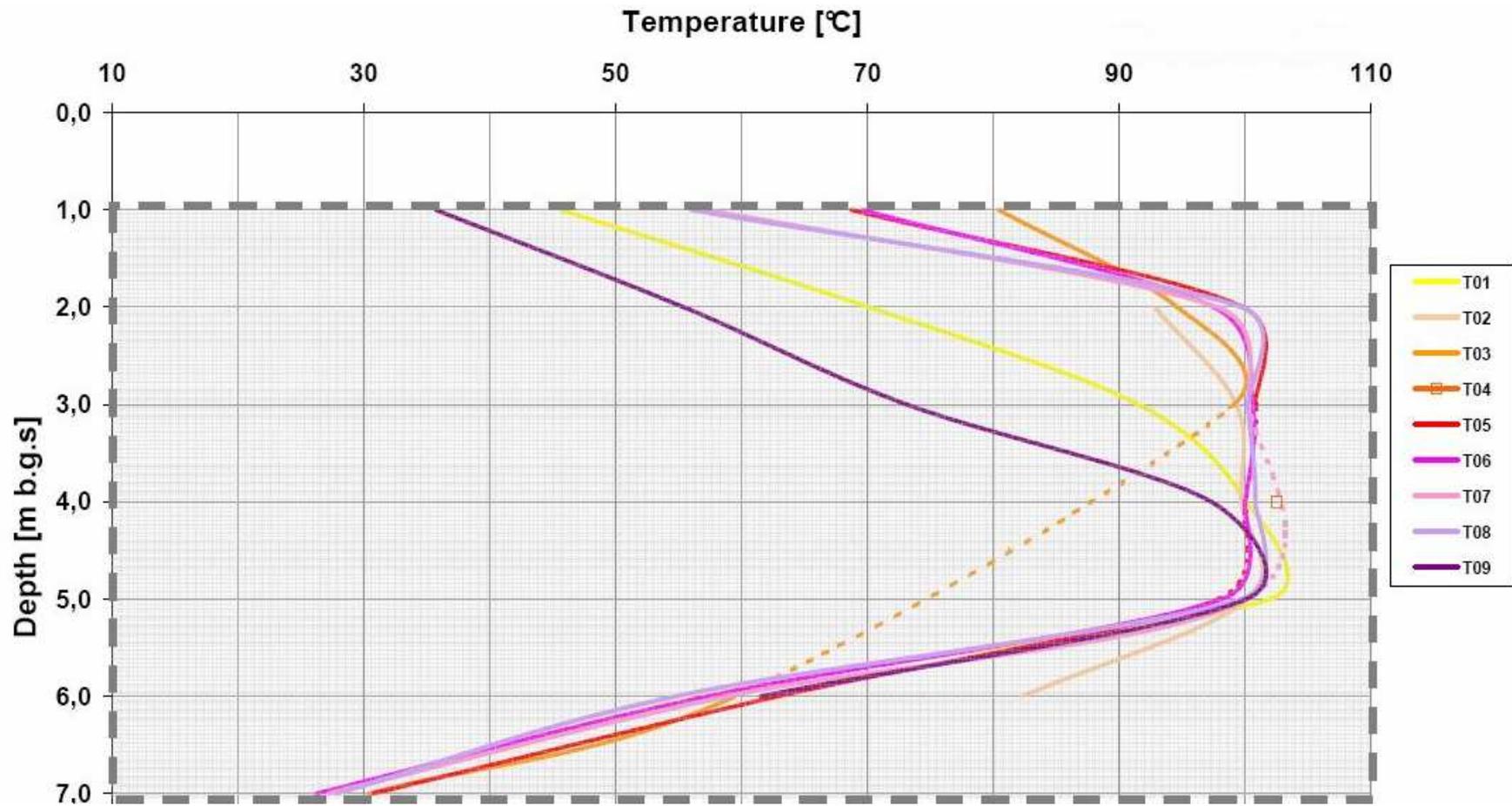
Iniezione di vapore / riscaldamento elettrico test pilota



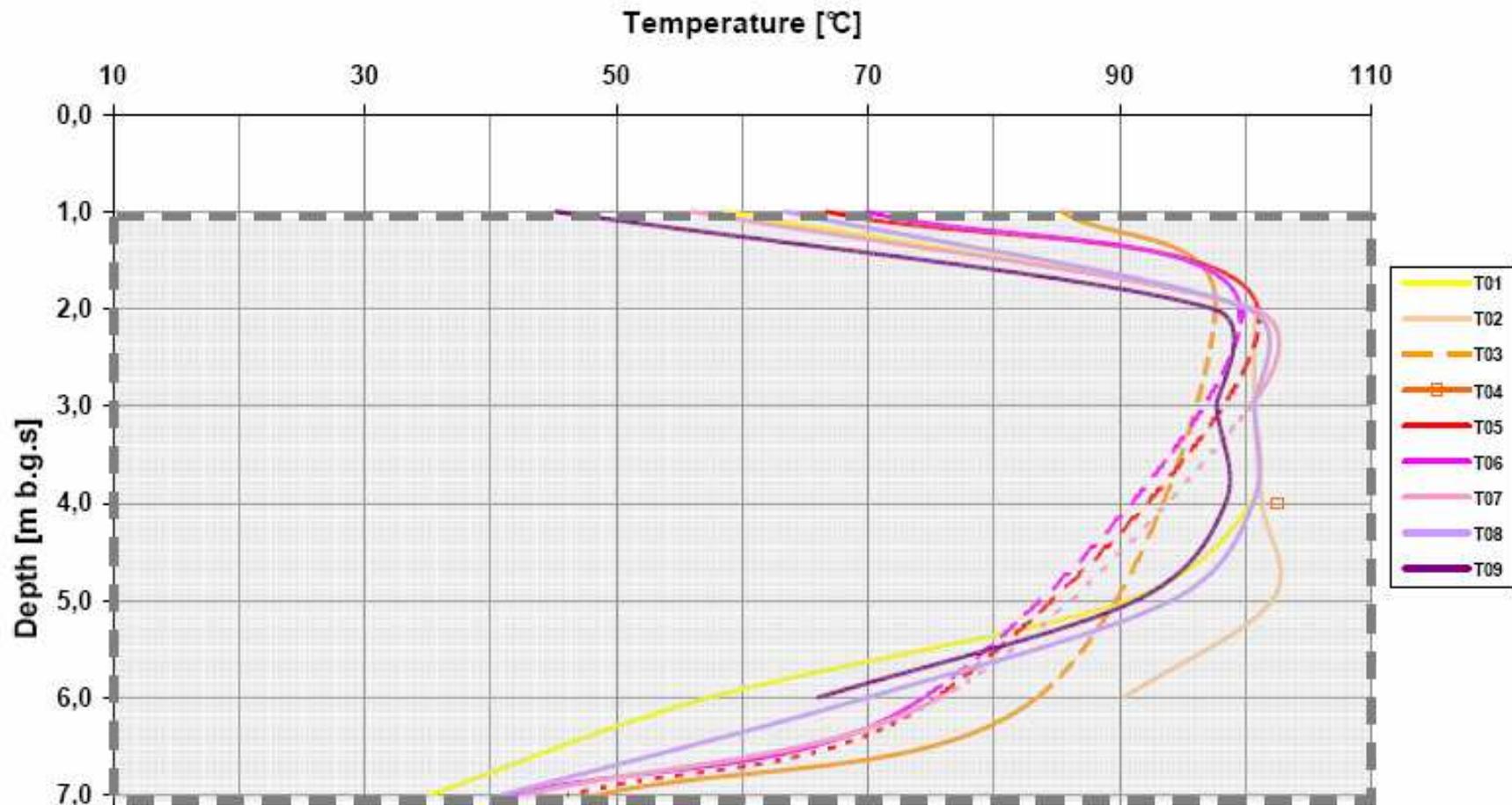
Andamento delle temperature nei terreni dopo 1 giorno dall'avvio di iniezione vapore



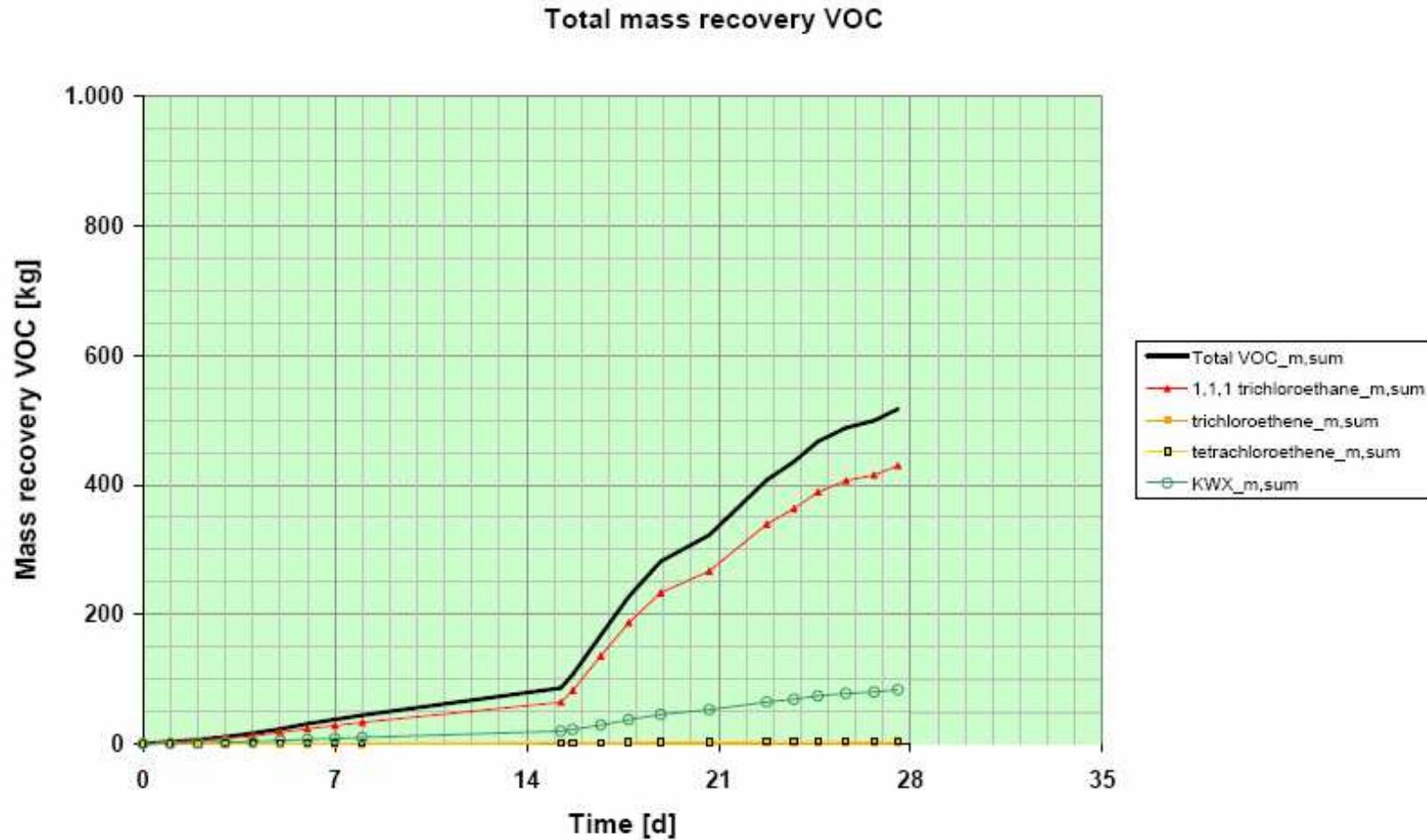
Andamento delle temperature nei terreni dopo 15 giorni dall'avvio dell'iniezione vapore



Andamento delle temperature nei terreni dopo 30 giorni dall'avvio dell'iniezione vapore



Tasso di estrazione nel primo mese di iniezione vapore





Imagine the result