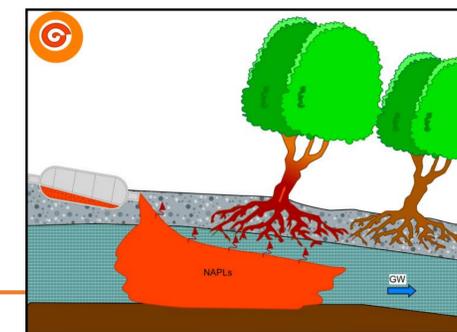
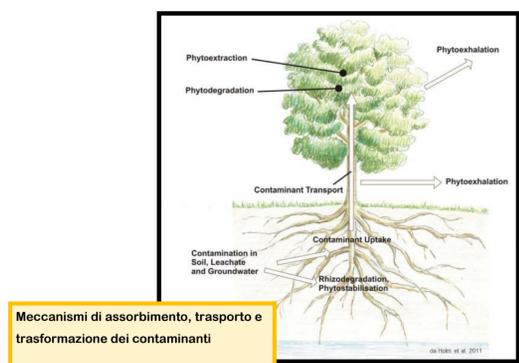


Il Phytoscreening è un metodo applicato con successo in siti contaminati in Europa e in USA a partire dagli anni '90 e prevede l'individuazione dei Composti Organici Volatili (COV), ed in particolare di PCE, TCE, BTEX e MTBE attraverso l'analisi dei tronchi di albero.



Validità del metodo

- Il principio fondamentale sul quale si basa questa metodologia è che i contaminanti presenti nel sottosuolo vengono assorbiti dall'apparato radicale e quindi raggiungono i rami e le foglie attraversando il tronco migrando verso l'alto trasportati dalla linfa.
- I composti per i quali questo metodo è già consolidato sono i cosiddetti VOCs, nella fattispecie PCE, TCE, 1,2-dicloroetilene. In aggiunta anche per i BTEX e MTBE tale metodologia ha dato riscontri positivi.
- L'indagine attraverso il prelievo di campioni di tronco è utilizzabile concretamente anche per il monitoraggio per la verifica dell'attenuazione naturale o per l'applicazione di metodi di bonifica quali la phytoremediation.
- Il prelievo di "microcarote" dai tronchi degli alberi costituisce un metodo semiquantitativo e non invasivo che può completare il quadro di indagine di un'area le cui matrici ambientali sono fortemente impattate.

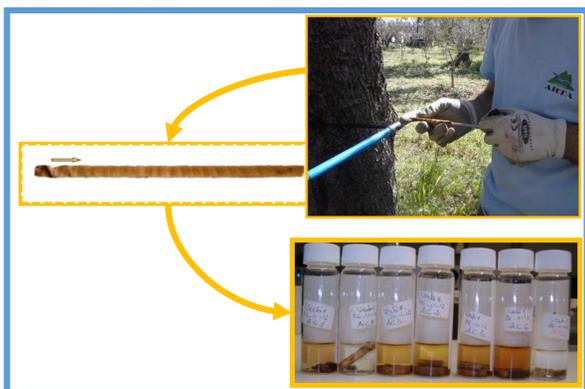


Meccanismi di assorbimento, trasporto e trasformazione dei contaminanti

Applicazioni del Phytoscreening

- Definire o completare il quadro d'indagine di un'area.
- Monitorare l'andamento della bonifica.
- Definire la cronologia di eventi di contaminazione anche ai fini legali.
- Ampliare l'area d'indagine ed individuare nuove vie di diffusione della contaminazione consentendo la corretta ricostruzione dei plume in siti oggetto di bonifica.
- Indagare aree scarsamente agibili soprattutto per i mezzi pesanti (es.: sonde).
- Determinare contaminazioni in aree non soggette a bonifica individuando la presenza di un analita o di una classe di analiti al di sopra o al di sotto del livello di interesse (presenza, etc.) applicando successivamente metodi di conferma (es.: sondaggi, piezometri), che devono fornire informazioni definitive per l'identificazione dell'analita al livello d'interesse nelle matrici acqua, terreno e soil gas.

CAMPIONAMENTO DIRETTO



Le metodiche analitiche utilizzate nei casi studio per le analisi dei campioni di albero sono state mutate da quelle utilizzate per la matrice suolo. La metodica prevede una preparativa iniziale del campione, che consiste nell'estrazione dei COV con Metanolo e successiva analisi attraverso l'utilizzo di strumentazione di tipo GC/MS (Gas chromatography/Mass spectrometry).

I dati analitici, sia dei campioni di albero che le concentrazioni individuate con le fiale colorimetriche, sono utilizzati per la realizzazione di report e diagrammi. Inoltre, integrando tali dati con quelli topografici (coordinate, quote campioni etc.) è possibile realizzare cartografie tematiche utilizzando metodologie di geostatistica; l'integrazione dei dati ottenuti investigando le matrici ambientali classiche (acque sotterranee e terreni) con quelli relativi al soil-gas e phytoscreening, portano all'ottenimento di basi di dati olistiche e di sicura utilità per le future e ulteriori attività all'interno dei siti contaminati, sia di piccole dimensioni (ad es. punti vendita carburanti) che di grandi dimensioni (SIN).

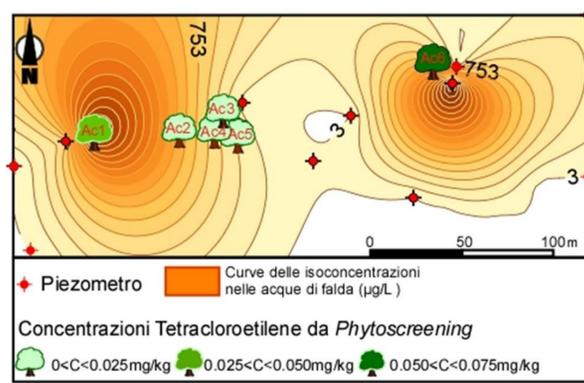
METODOLOGIE

Metodologia di campionamento Phytoscreening

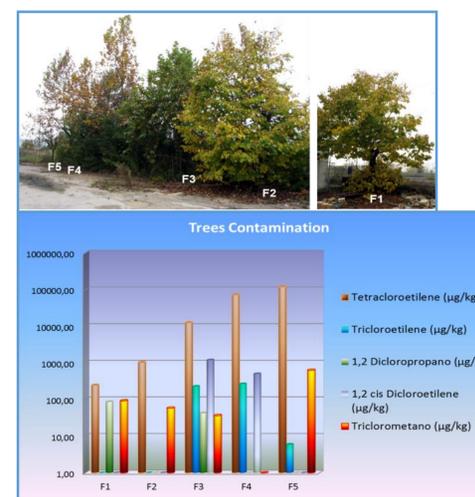
- STEP1-dati preliminari-**
- ARIA ambiente: CH₄, O₂, CO₂, P e T-Soggiacenza della falda
 - Specie, Coordinate, Lunghezza del tronco;
 - Diametro ed altezza del tronco nel punto di campionamento.
- STEP2- campionamento diretto**
- Posizionamento all'altezza definita (1m);
 - Estrazione della microcarota (5-10cm) dal tronco, rimozione corteccia, frammentazione e rapido inserimento nel vial;
 - Trasporto in frigo box a 4°C per le analisi di Laboratorio;
 - Conservazione a -20°C con metanolo (analisi non prima di 24/48 h ed entro 14 g);
 - Conservazione a 4°C «tal quale» (analisi entro 48 h).
- STEP3- campionamento in vivo**
- Avvolgimento del nastro in teflon nella parte iniziale della fiala;
 - Inserimento nel foro per circa 2 cm;
 - Collegamento della fiala alla pompa a basso flusso (0,2L/min) e lettura della concentrazione secondo il tempo di campionamento;
 - Lettura dei COV con PID o FT-IR collegato a linea di campionamento inserita nel foro.



RISULTATI



Well	PCE (µg/L)	PCE (µg/kg)	Tree
S2	174230	243,85	F1
S8	1469	1028,44	F2
S8	1469	12449,36	F3
S8	1469	72069,90	F4
S8	1469	118721,80	F5



I risultati ottenuti sinora hanno consentito di:

- Confermare l'effettiva correlazione tra la presenza di un contaminante nei tronchi d'albero e nel sottosuolo.
- Ipotizzare nuove vie di diffusione della contaminazione in falda e/o sorgenti nel terreno in settori in cui non sono presenti punti di controllo delle matrici ambientali.
- Verificare una diversa capacità di assorbimento nei tessuti vegetali dei contaminanti alifatici clorurati.
- Individuare le specie arboree più adatte per gli scopi del phytoscreening.
- Confermare la sua utilità ai fini del monitoraggio e della verifica dell'andamento delle bonifiche e in particolare delle attività dell'Attenuazione naturale o di fitotecnologie nonché per l'applicazione dell'Analisi di Rischio Ecologico (ARE).

Riferimenti Bibliografici principali

Balouet, J.-C., Oudjik, G., Smith, K. T., Petrisor, I., Grudd, H., Stocklassa, B., (2007) - Applied Dendroecology and Environmental Forensics. Characterizing and Age Dating Environmental Releases: Fundamentals and Case Studies. Environmental Forensics, 8, 1-17.

Balouet, J.-C., Burken, J. G., Karg, F., Vroblecky, D.A., Smith, K. T., Grudd, H., Rindby, A., Beaujard, F., Chalot, M., (2012) - Dendrochemistry of Multiple Releases of Chlorinated Solvents at a Former Industrial Site. Environ. Sci. Technol. 46, 9541-9547.

Luchetti L., Diligenti A. & Crescenzi E., Phytoscreening. Individuazione e monitoraggio della contaminazione da solventi clorurati nel sottosuolo attraverso il campionamento e l'analisi dei tronchi di albero. Atti del "Secondo Workshop Nazionale Bonifica, Recupero Ambientale e Sviluppo del Territorio: Esperienze a Confronto sul Filorimedio". Terni, Italy, November 28-29, 2013. Suppl. Micron 29, 37-49 (2014).

Luchetti Lucina & Diligenti Antonio (2014) Individuazione in tempo reale della contaminazione da solventi clorurati nel sottosuolo attraverso l'utilizzo in vivo di fiale colorimetriche negli alberi. BEA Il Bollettino degli esperti Ambientali. (4) 51-62.

Sorek, A., Atzmon, N., Dahan, O., Gerstl, Z., Kushin, L., Laor, Y., Mingelgrin, U., Nasser, A., Ronen, D., Tschersky, L., Weisbrod, N., Graber, E. R., (2008) - "Phytoscreening": the use of trees for discovering subsurface contamination by VOCs. Environ. Sci. Technol. 15, 42 (2), 536-42.

Trapp, S., Algreen M., Rein, A., Karlson, U., Holm, O., (2012) - Phytoscreening with tree cores. In: Kästner, M., Brackelvel, M., Döberl, G., Cassiani, G., Petrangeli Papini, M., Leven-Pfister, C. & van Ree, D. (eds) Model-Driven Soil Probing, Site Assessment and Evaluation - Guidance Technologies, 133-148. Sapienza Università Editrice.

Vroblecky, D. A., Netch, C. T. & Morris, J. T., (1999) - Chlorinated Ethenes from Groundwater in Tree Trunks. Environ. Sci. Technol., 33, 510-515.

Vroblecky, D. A., Clinton, B. D., Vose, J. M., Casey, C. C., Harvey, G. J., and Bradley, P. M., (2004) - Ground Water Chlorinated Ethenes in Tree Trunks: Case Studies, Influence of Recharge, and Potential Degradation Mechanism. Ground Water Monitoring & Remediation 24 (3), 124-138.

Vroblecky, D.A. (2008) - User's guide to the collection and analysis of tree cores to assess the distribution of subsurface volatile organic compounds: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2008-5088, 59 p. (available online at http://pubs.water.usgs.gov/sir2008-5088).