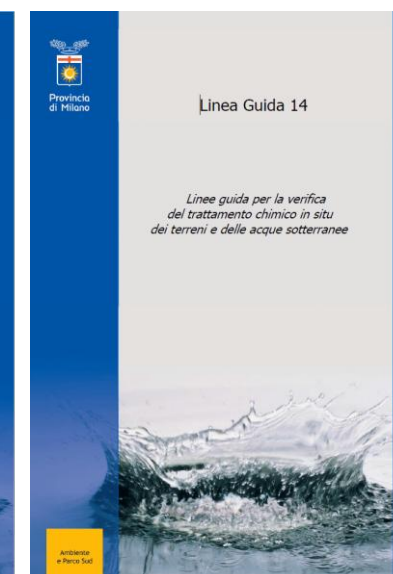
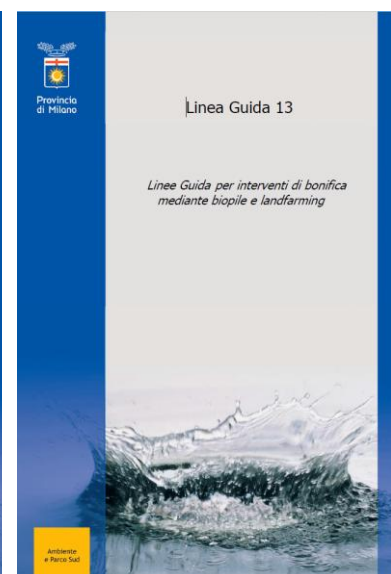
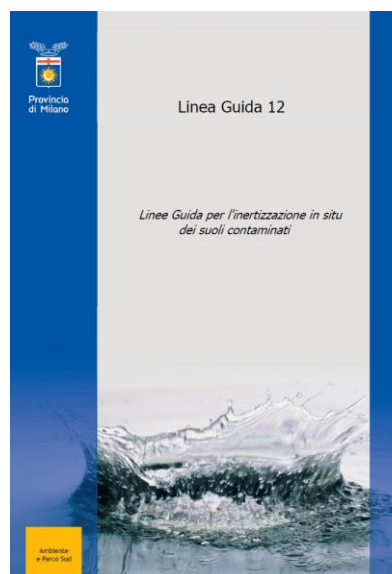
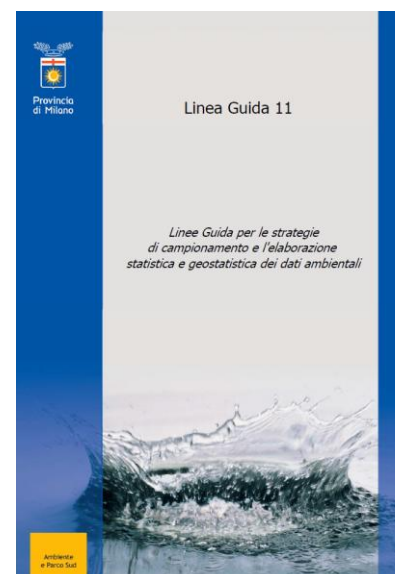
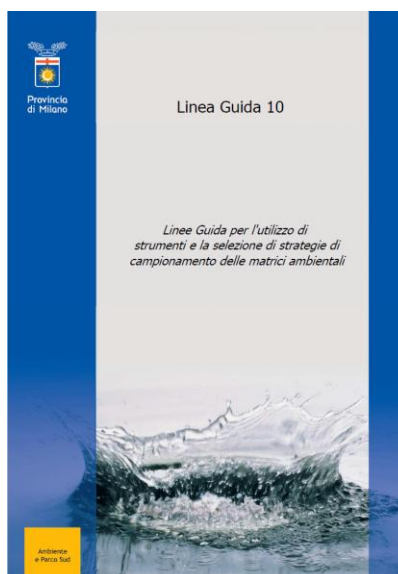
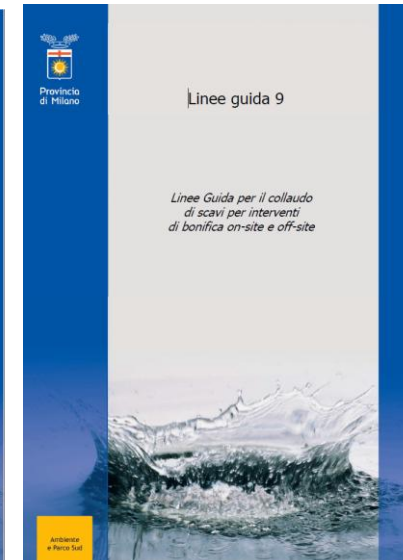
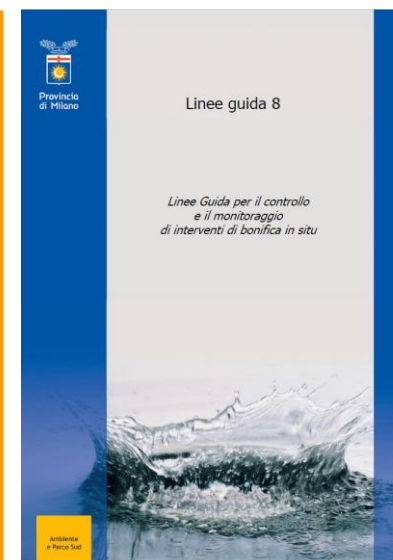
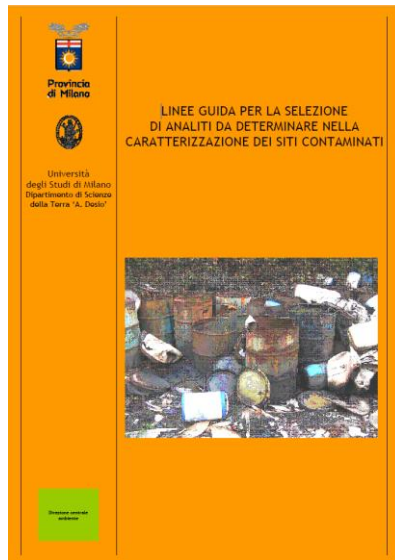


***Tradizione e innovazione tecnologica nella
caratterizzazione e bonifica di siti contaminati
e impronta ambientale - 1***

Giovanni Pietro Beretta
gipiberet@alice.it

LINEE-GUIDA BONIFICA SITI CONTAMINATI

Provincia di Milano – Dipartimento di Scienze Della Terra



Apuani T.
Beretta G.P.
Masetti M.
Bianchi M.
Pellegrini R.

SOMMARIO

Tradizione – Utilizzo di metodologie consolidate di caratterizzazione e bonifica provenienti anche da altre discipline e tecnologie

Prevalente Messa in sicurezza



Impedire la migrazione dei contaminanti

Innovazione – Sviluppo di nuove metodologie di caratterizzazione e di intervento a diversa scala spaziale e temporale

Bonifica



Riduzione di concentrazione e massa della sorgente a livelli accettabili (CSC, valori di fondo e/o CSR)

Impronta ambientale – Introduzione di un ulteriore obiettivo di risanamento ambientale costituito dalla riduzione dei gas serra

Bonifica sostenibile e con riduzione emissioni



Riduzione di emissioni di gas serra negli interventi di bonifica, messa in sicurezza permanente e messa in sicurezza operativa

MIGLIORAMENTO TECNOLOGICO DAGLI ANNI OTTANTA DEL SECOLO SCORSO

Fase 1 - Tradizione



Sondaggio



Prova di
permeabilità



TECNOLOGIE INNOVATIVE DI CARATTERIZZAZIONE IN SITU

Baildown test
Camera di flusso
Fibre ottiche
FID-PID
Fingerprinting
Flow Log
Gel-push sampler technology (GP)
Geoprobe
Georadar
Ground Response Test (GRT)
Isotopi (C e Cl)
Low flow samplig
MIP e MIP-HPT
Permeametro Boutwell
Prove dispersività con traccianti
Prove microbiologiche (DNA, RNA)
Respirometria
Slug test
Soil gas survey (attivo, passivo)

DIRECT PUSH DRILLING

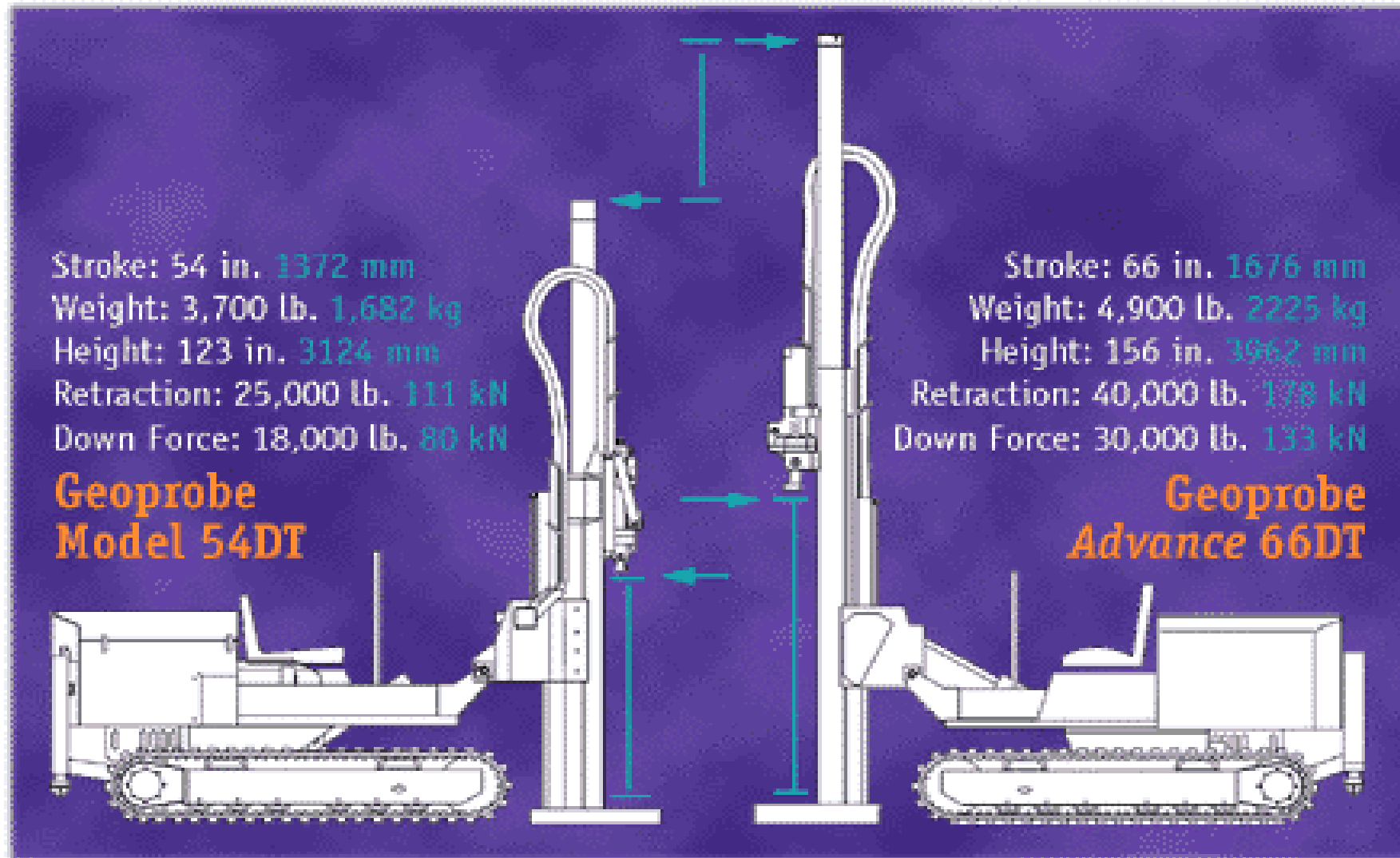
Geoprobe®



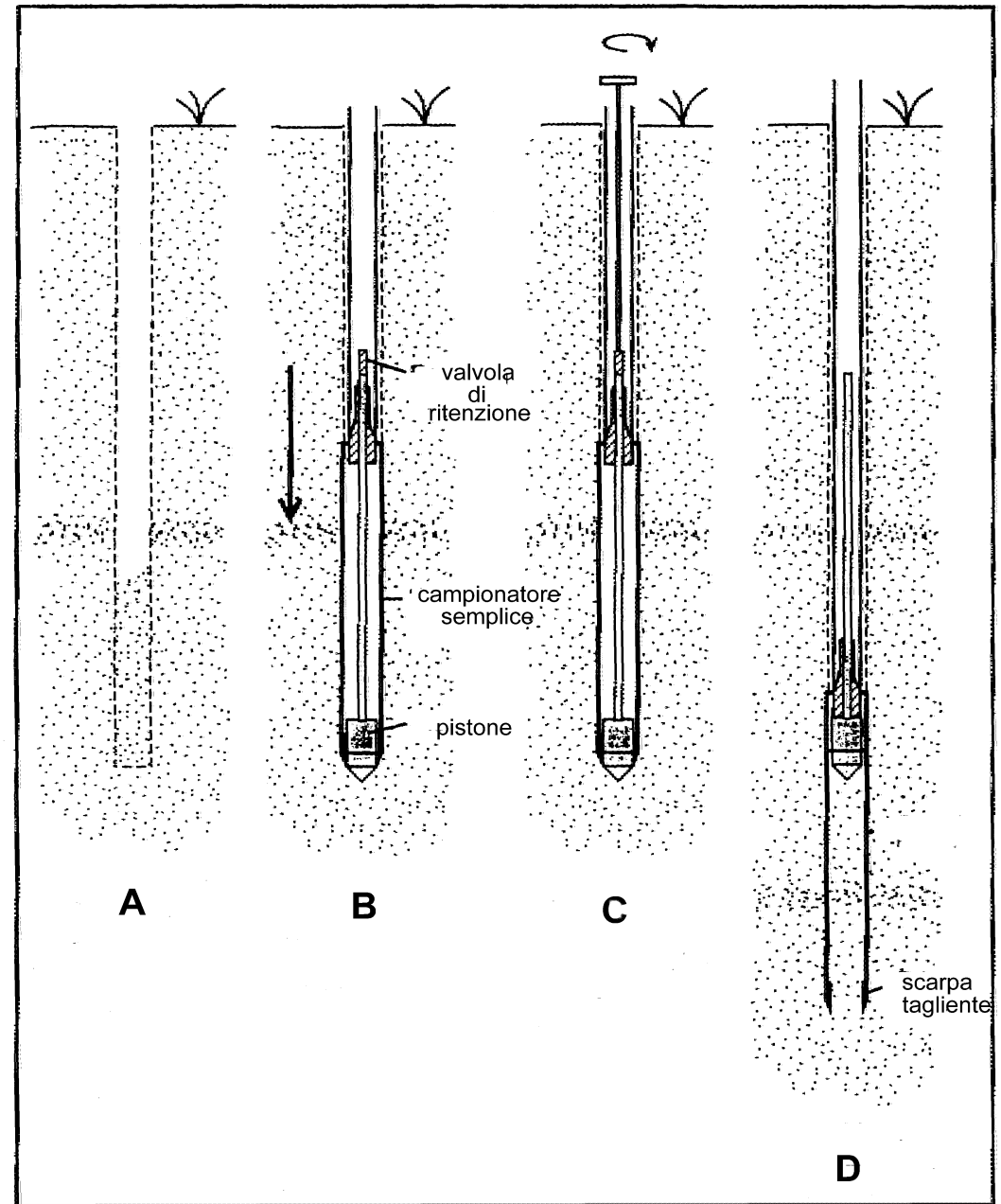
tipo "direct push"



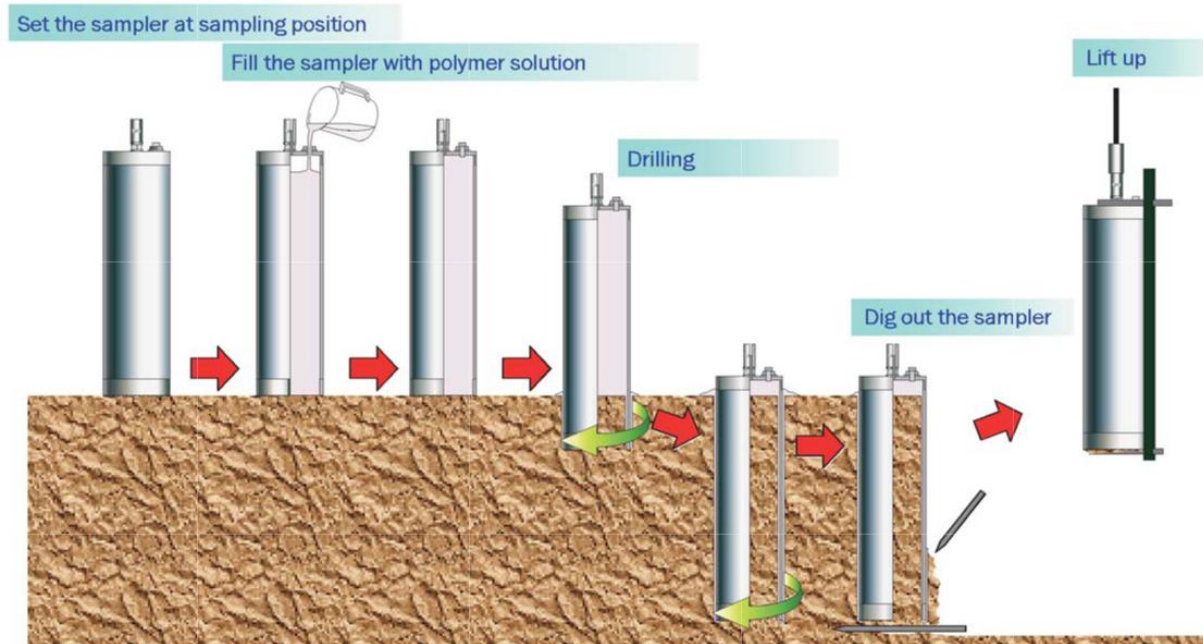
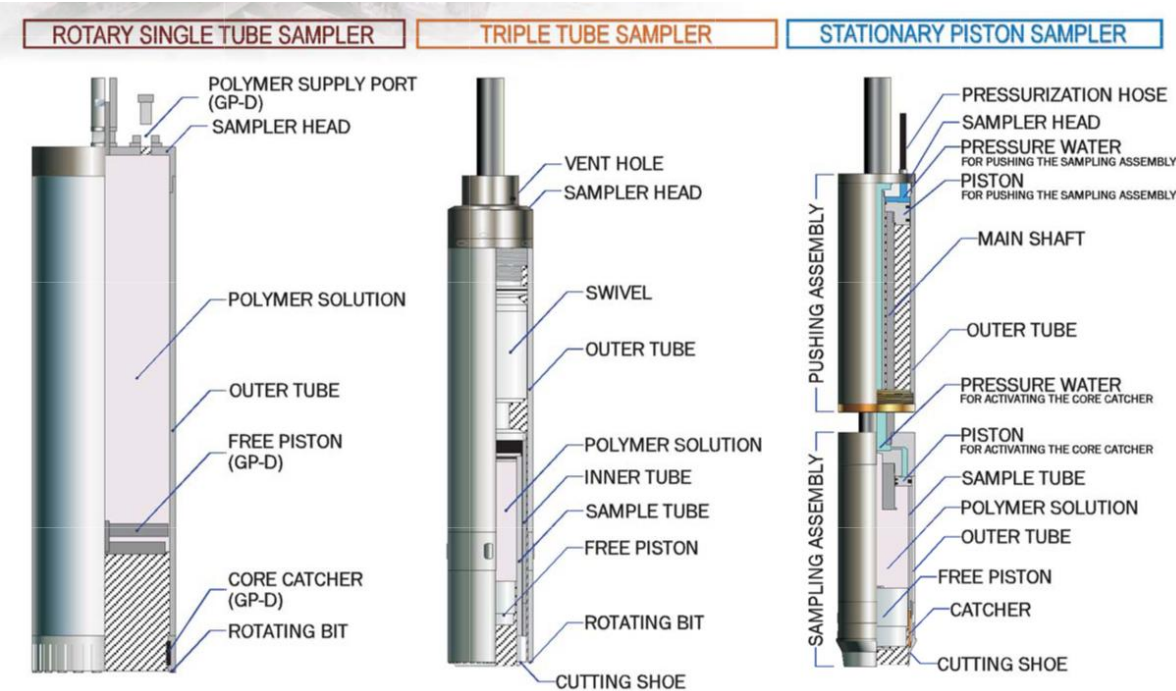
Sonda perforatrice Geoprobe



**Sonde campionatrici:
campionatori sigillati
tecnica direct push
(Geoprobe)**



GEL-PUSH SAMPLER (GP-R)



Utilizzo di gel polimerico

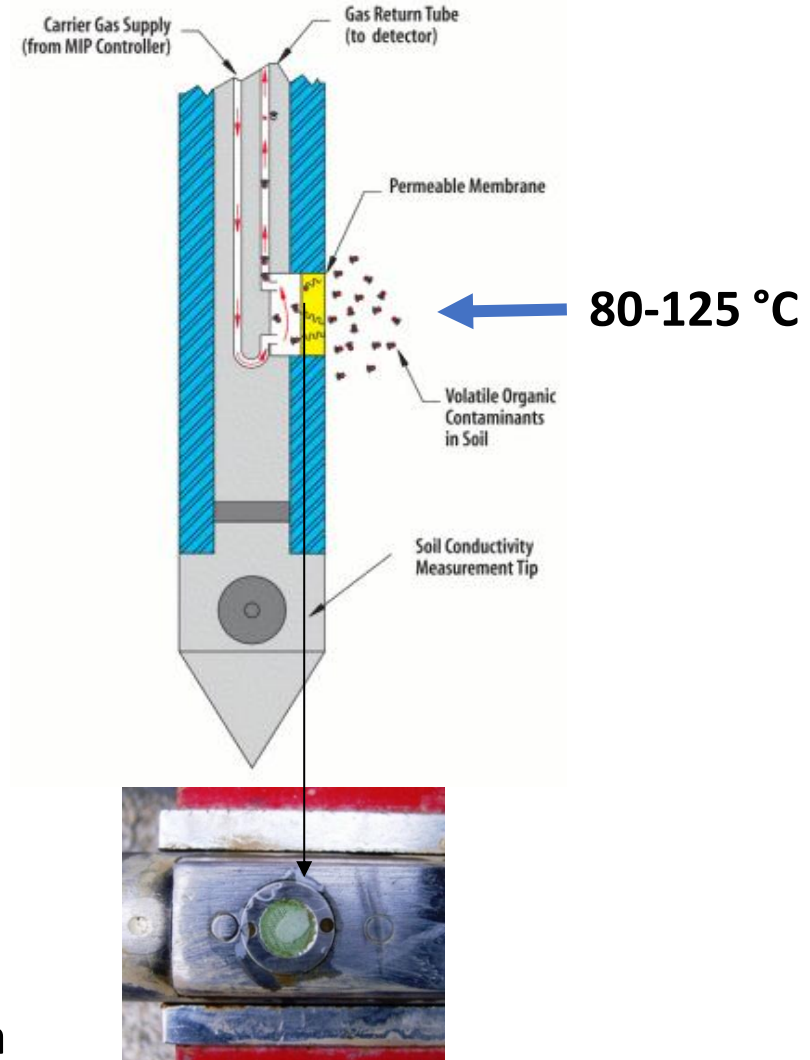
METODI DI CARATTERIZZAZIONE DERIVATI DALLE TECNICHE “DIRECT PUSH”

MEMBRANE INTERFACE PROBE (MIP)

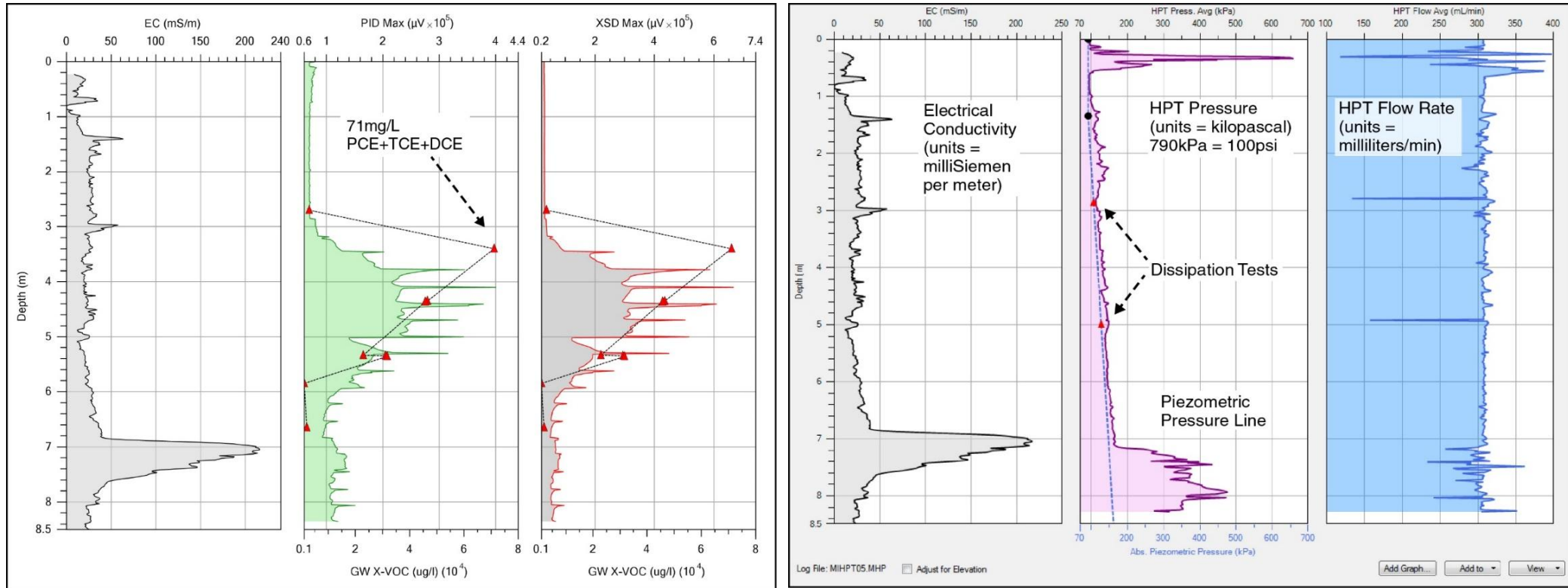
Tubazioni e linea del gas



Gas Cromatografo Controllo del sistema



ESEMPI MISURE CON MIP



PID – fotoionizzatore: per BTEX;

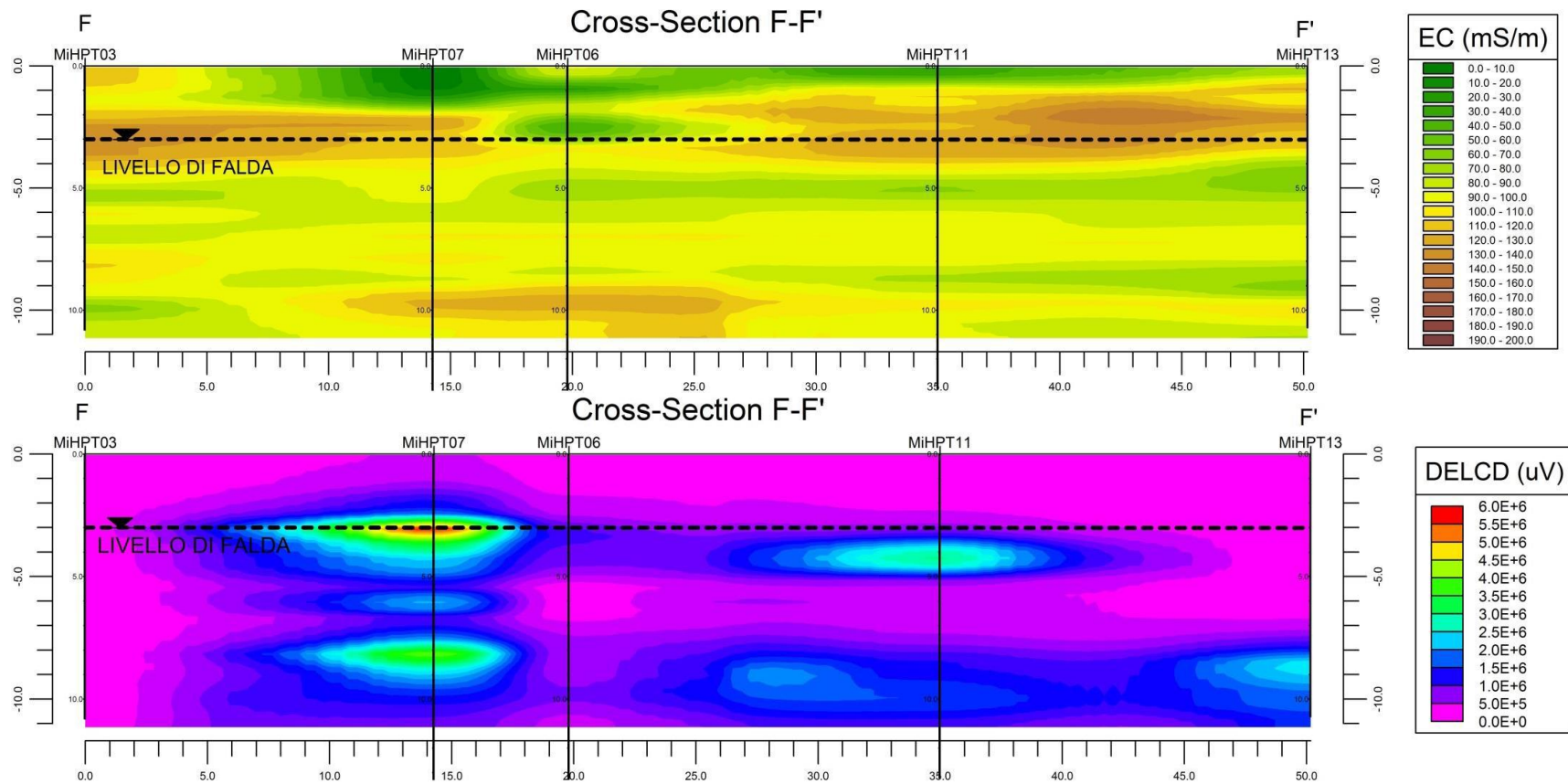
FID - ionizzatori a fiamma: per idrocarburi petroliferi (alcani a catena lineare o ramificata);

ECD - cattura di elettroni

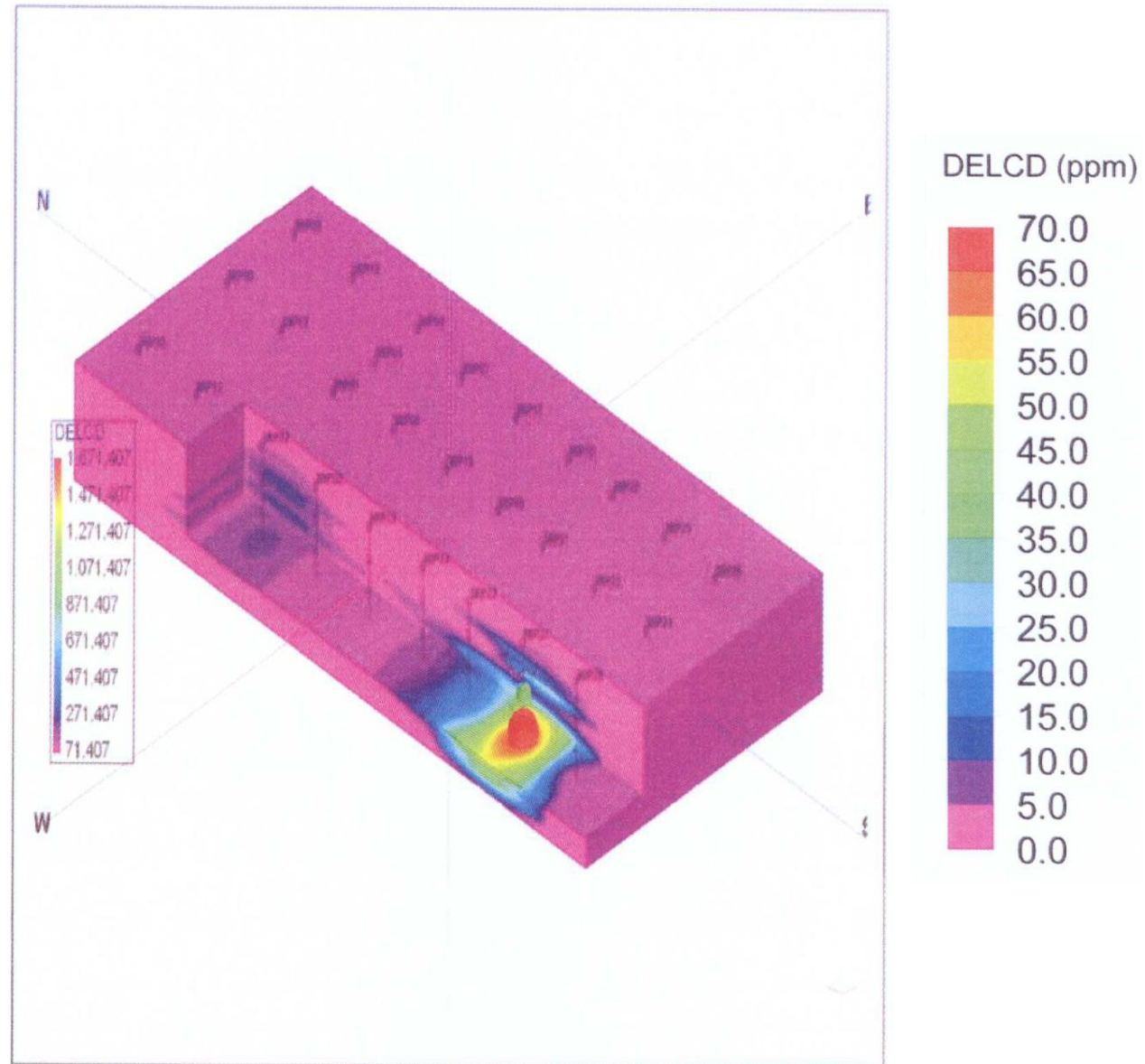
DELCD - conducibilità elettrolitica secca

XSD : alogeno specifico per composti clorurati

ESEMPIO RISULTATI INDAGINE MIP



RICOSTRUZIONE TRIDIMENSIONALE “POZZE” DI DNAPL (FASE LIBERA)



MIP-HPT PROBE (HYDRAULIC PROFILING TOOLS)

- **Conducibilità elettrica – EC (mS/m)**

Alta > argilla

Bassa > sabbia - ghiaia

- **Pressione – P (kPa)**

Alta > bassa permeabilità

Bassa > alta permeabilità

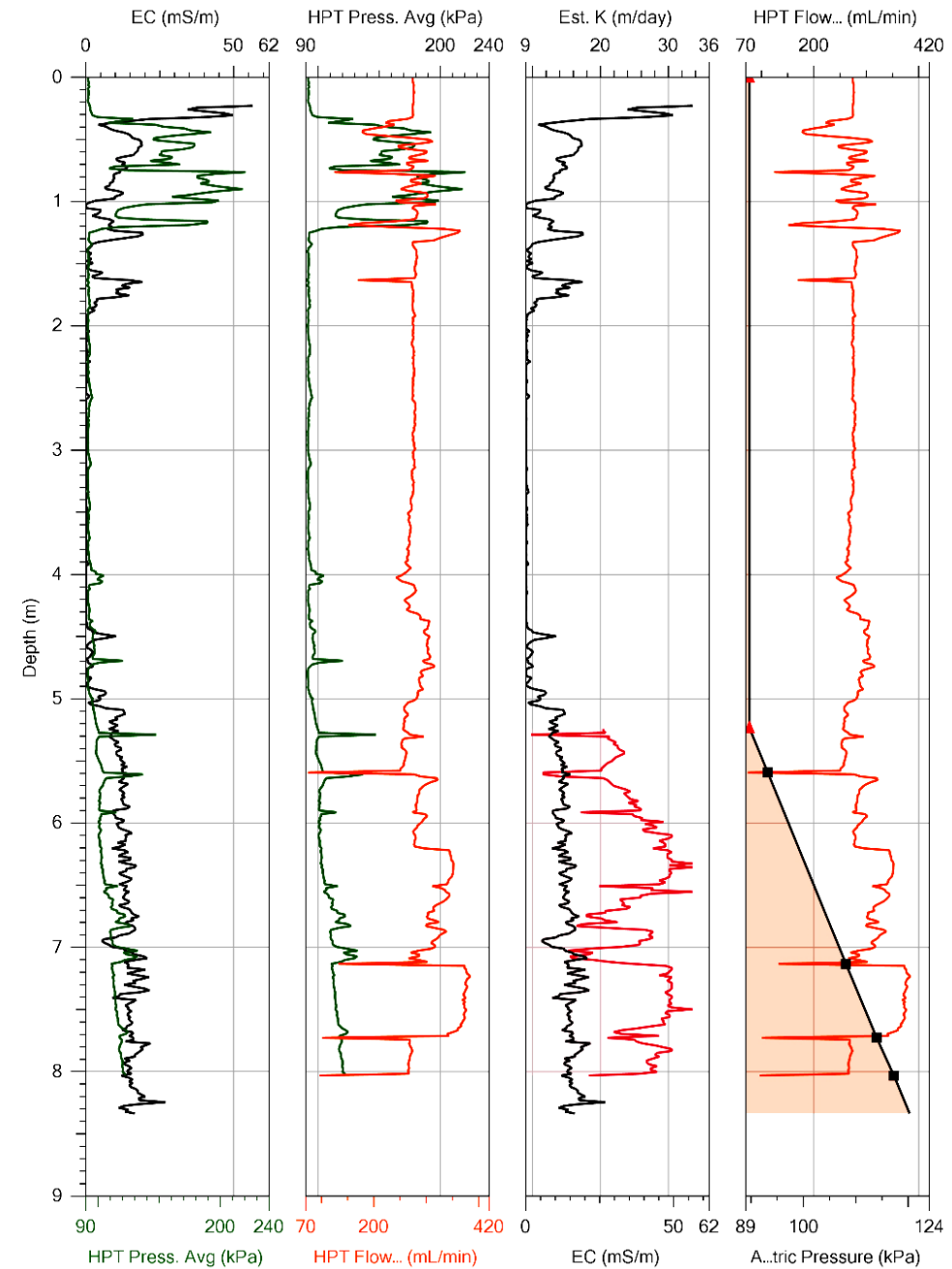
Idrostatica > incremento linea di base

- **Flusso – Q (mL/min) ~ costante**

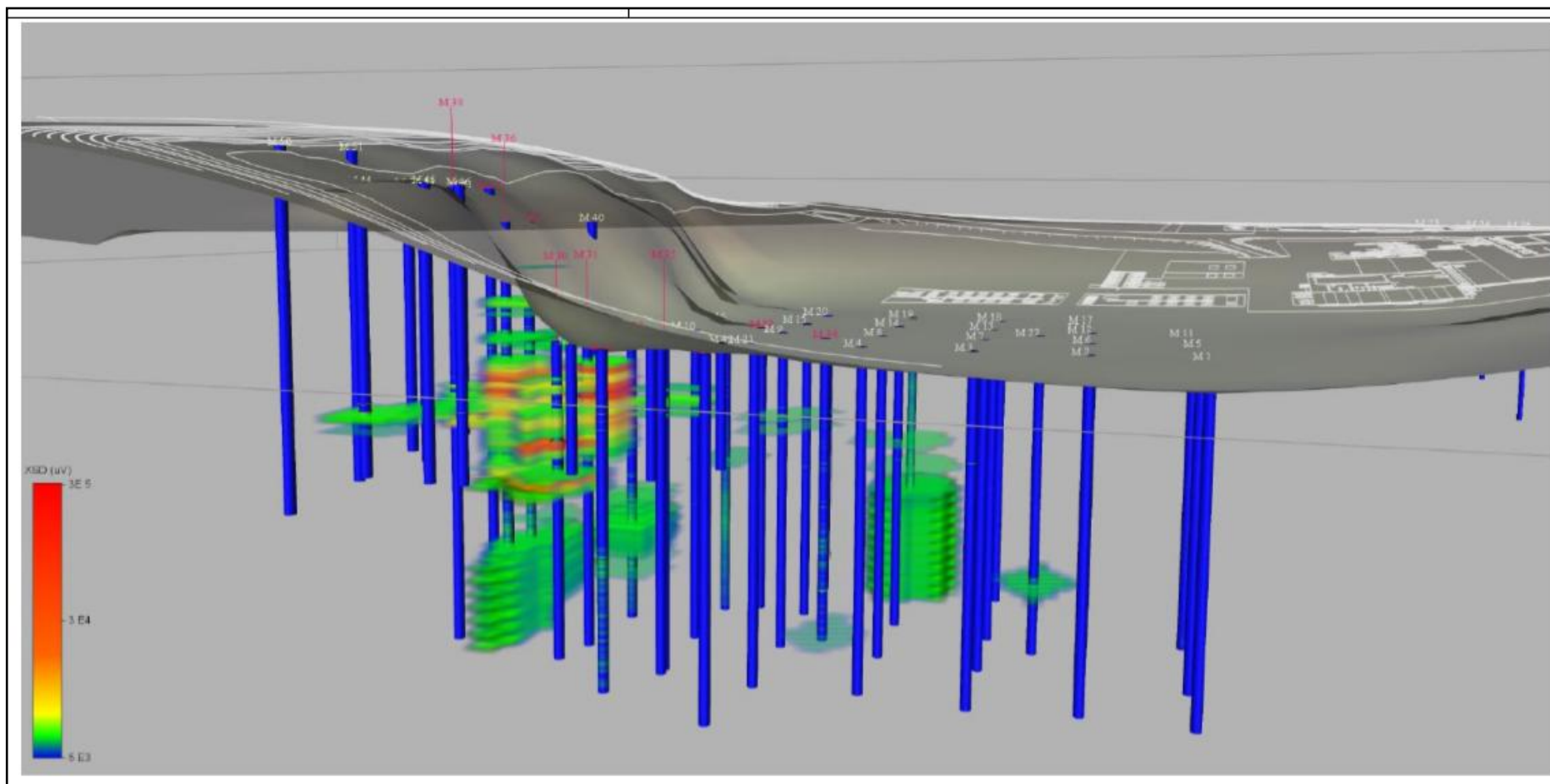
Alto > alta permeabilità

Basso > bassa permeabilità

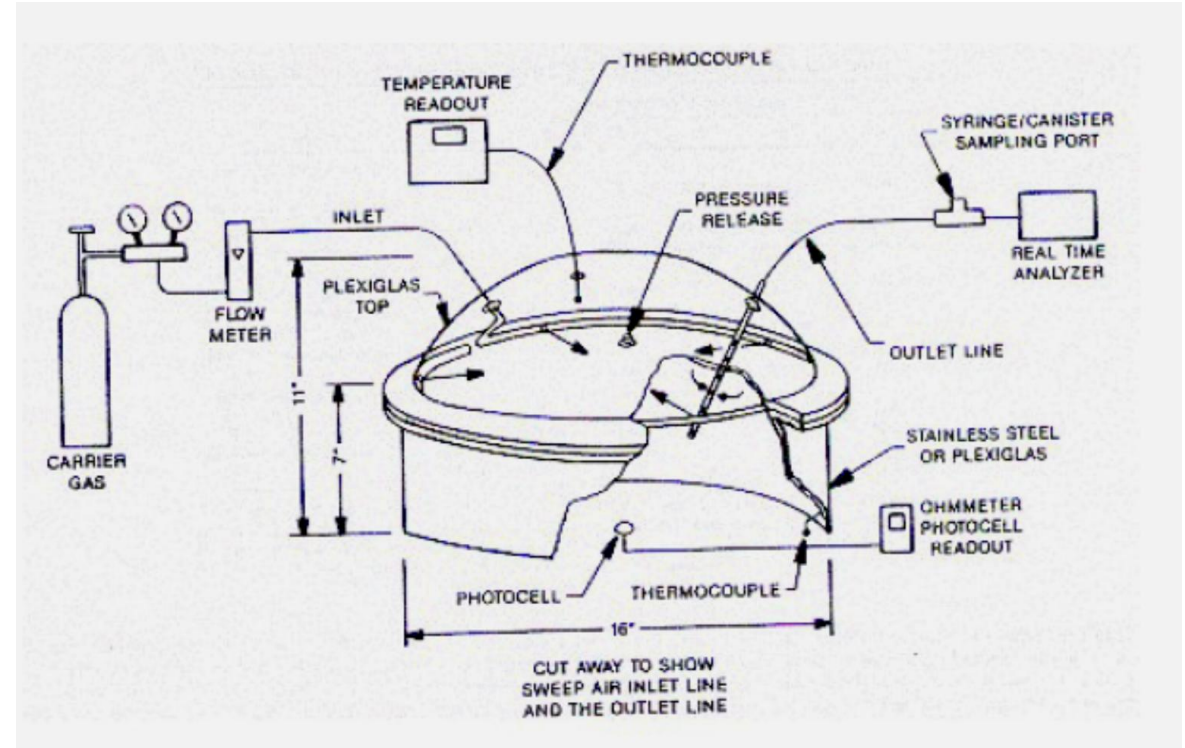
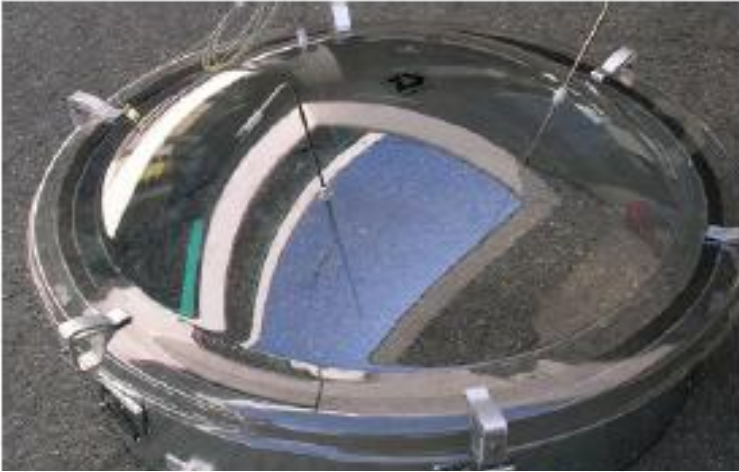
Permeabilità relativa Q/P



MEMBRANE INTERFACE PROBE (MIP) RICOSTRUZIONE 3D DELLE ANOMALIE MISURATE DAL SENSORE XSD



FLUX CHAMBER (VOC & SVOC)



Supporta anche l'analisi di rischio
(gas intrusion indoor e outdoor)

ATTREZZATURE DA CAMPO PER MISURE E PRELIEVI DI ACQUE



Freatimetri (sonde piezometriche)

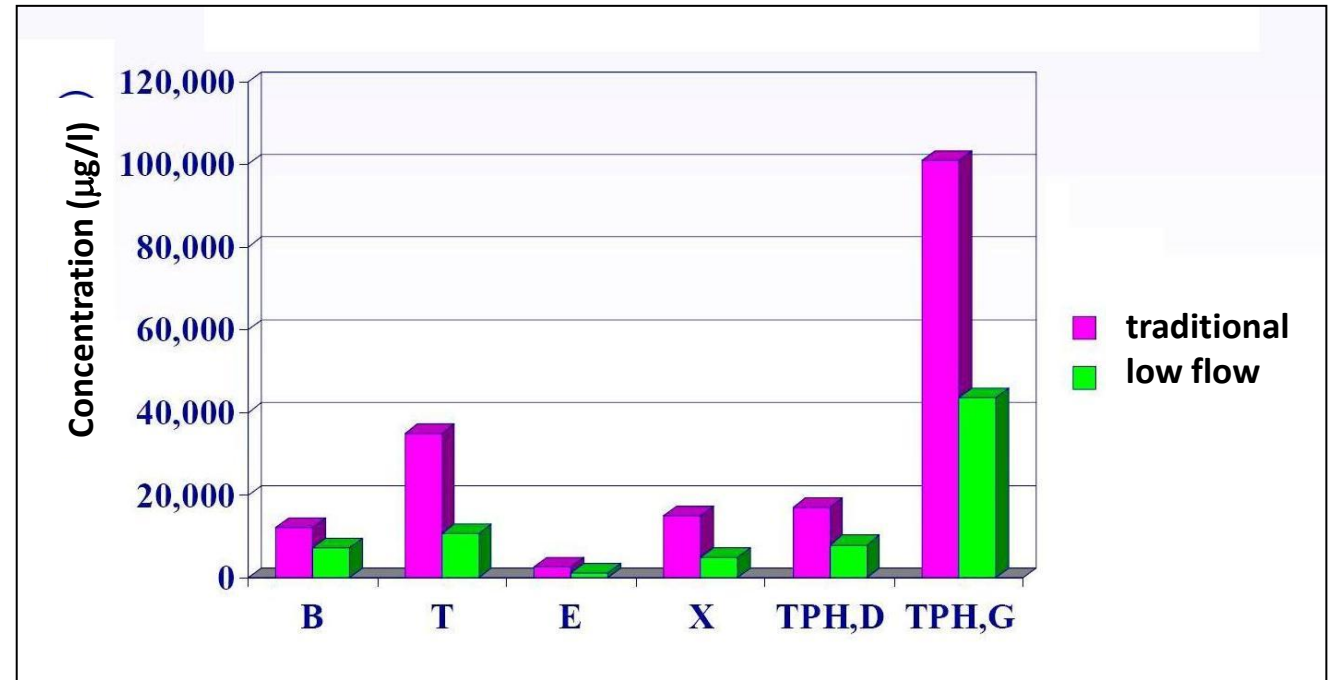


Interface Probe
(misura spessore
fase separata)



Bailers
(campionamento
statico)

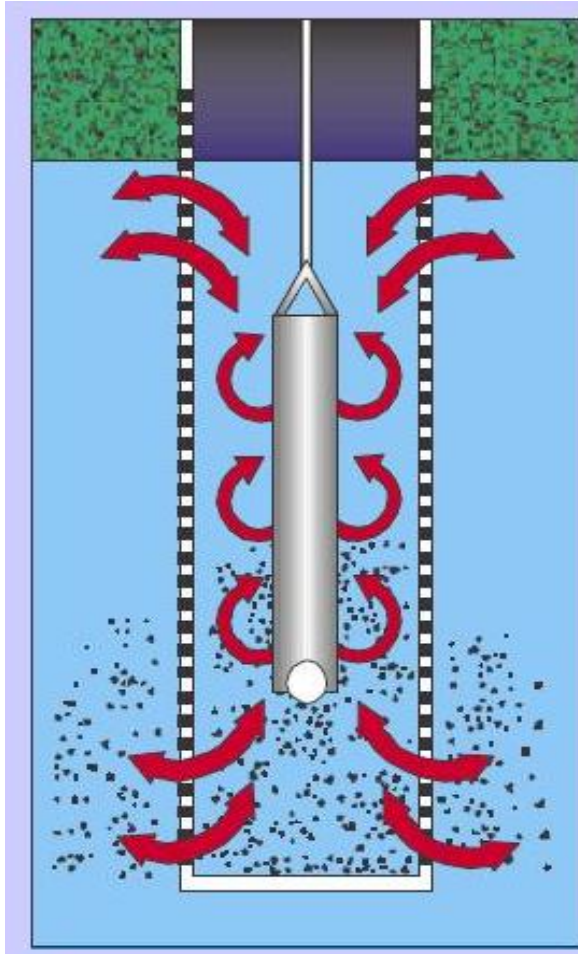
LOW FLOW SAMPLING



(Kaminski, 2006)

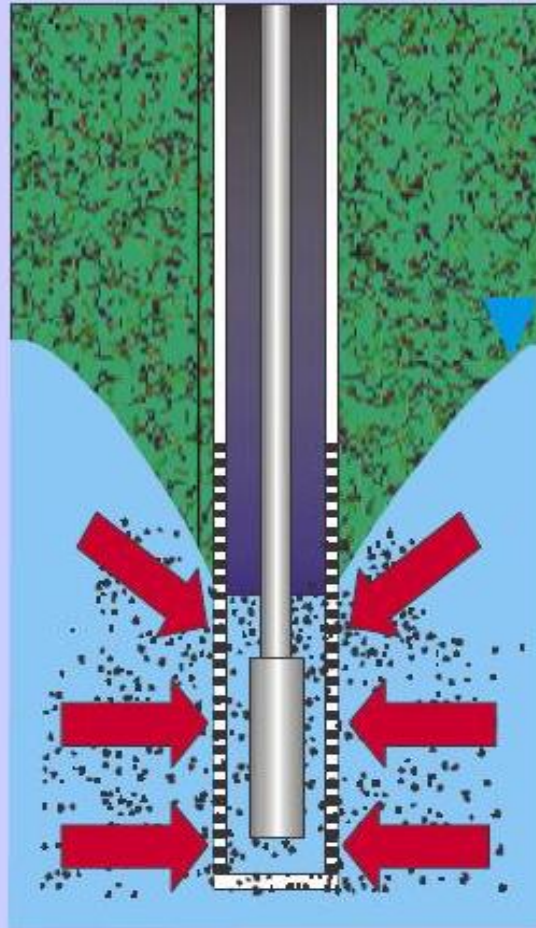
CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

BAILER



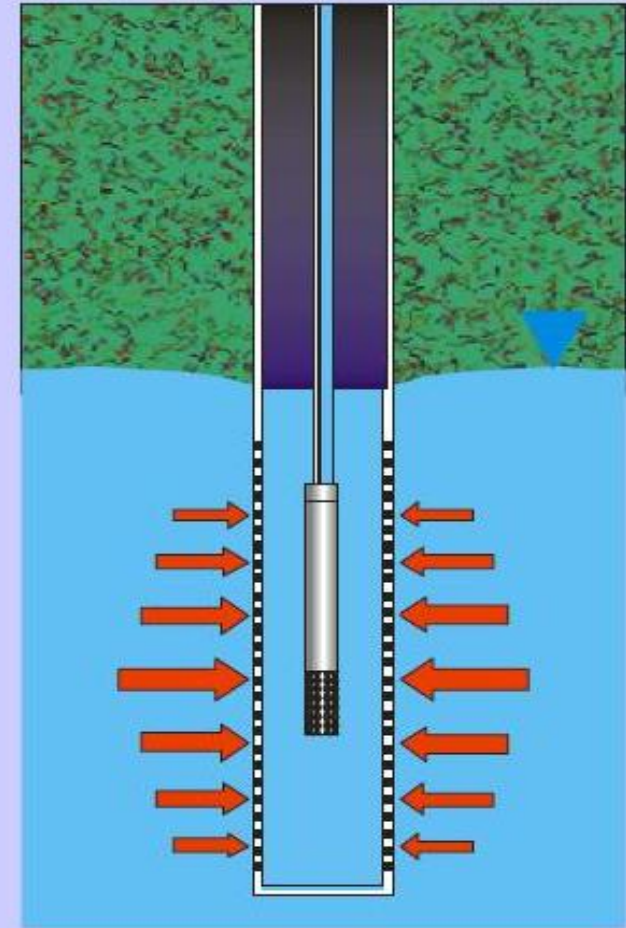
aumento torbidità
aerazione campione

POMPE DI ALTA
PORTATA



dispersione suolo e
contaminanti

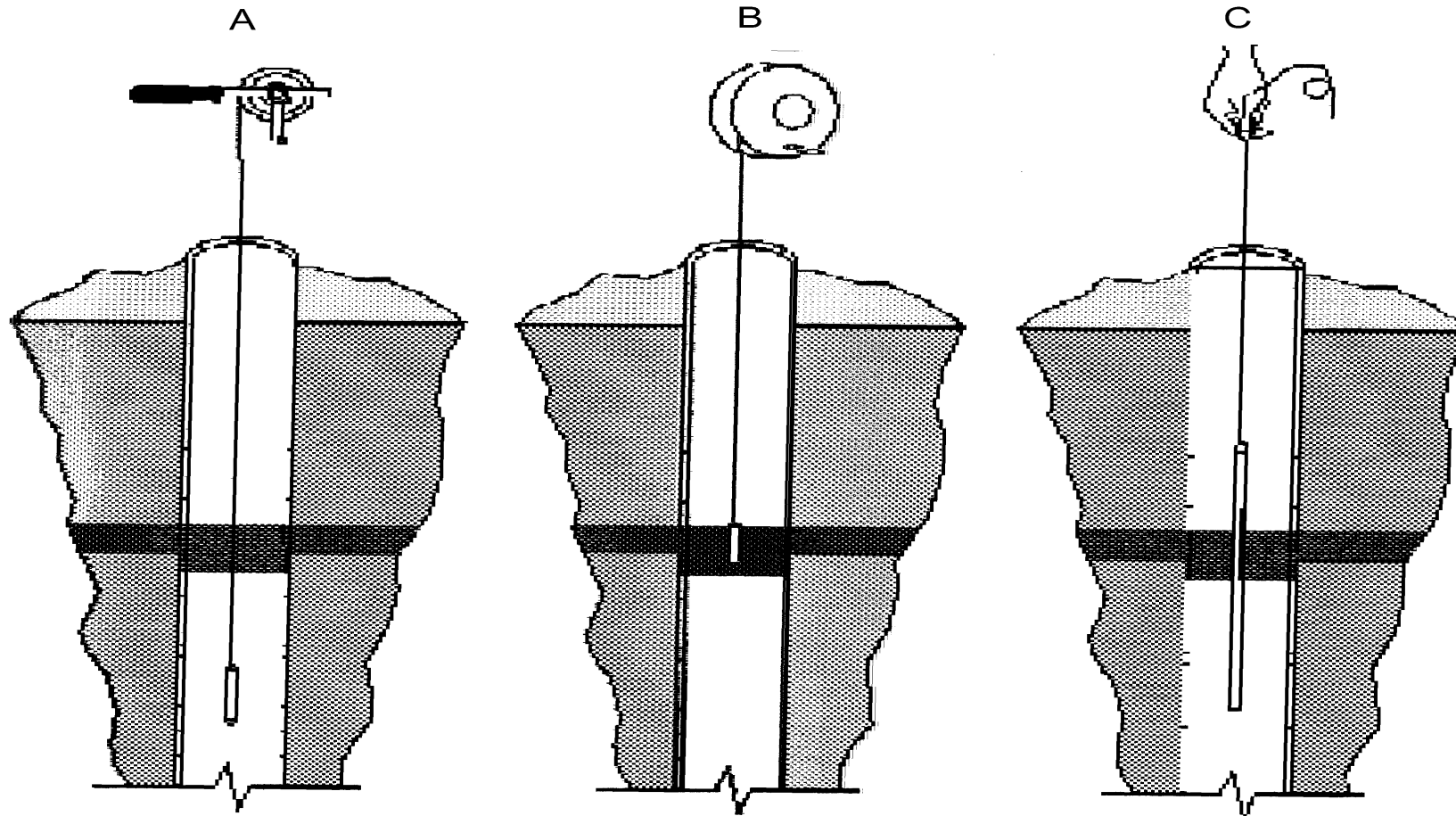
POMPE LOW FLOW



controllo torbidità e
zona da campionare

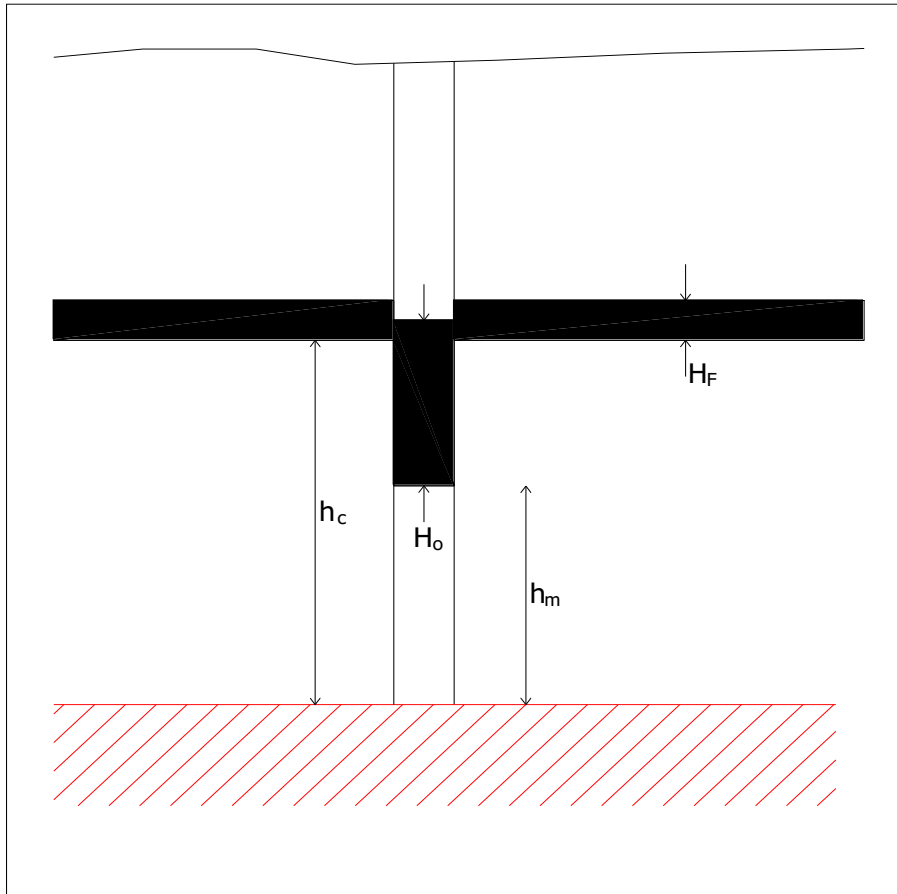
MISURA SPESSORE FASE SEPARATA (LNAPL)

A - sonde trattate con paste, B - sonde di interfaccia, C - bailer



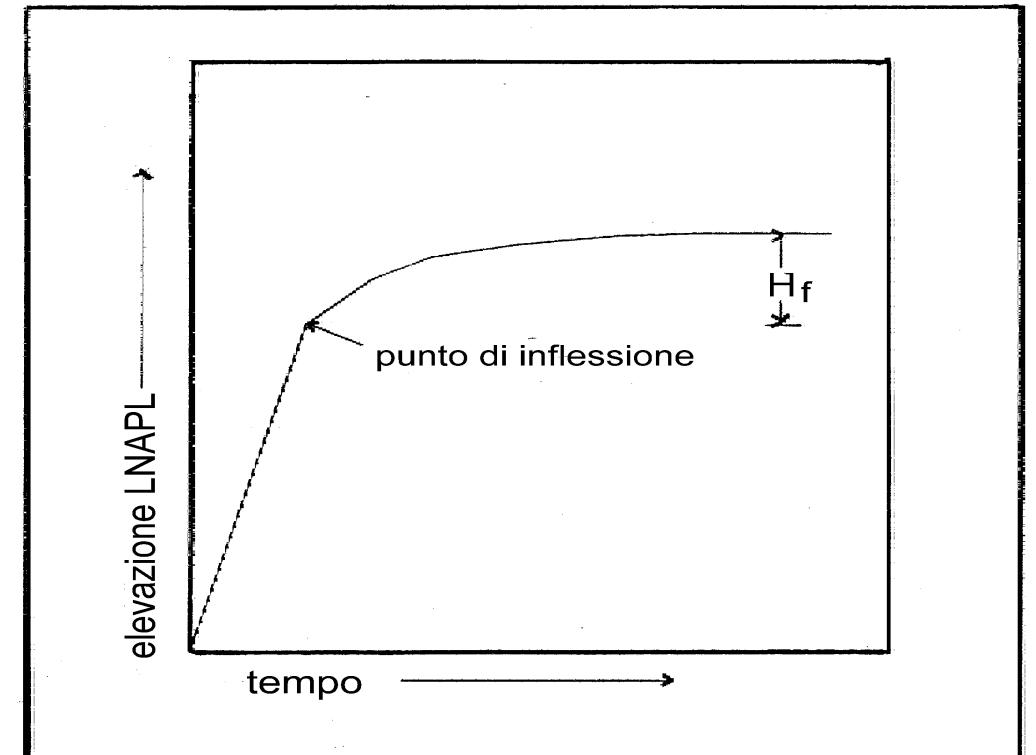
Schema della distribuzione di idrocarburi in fase separata (LNAPL)

$$h_c = h_m + \left(H_o \frac{\rho_o}{\rho_w} \right)$$

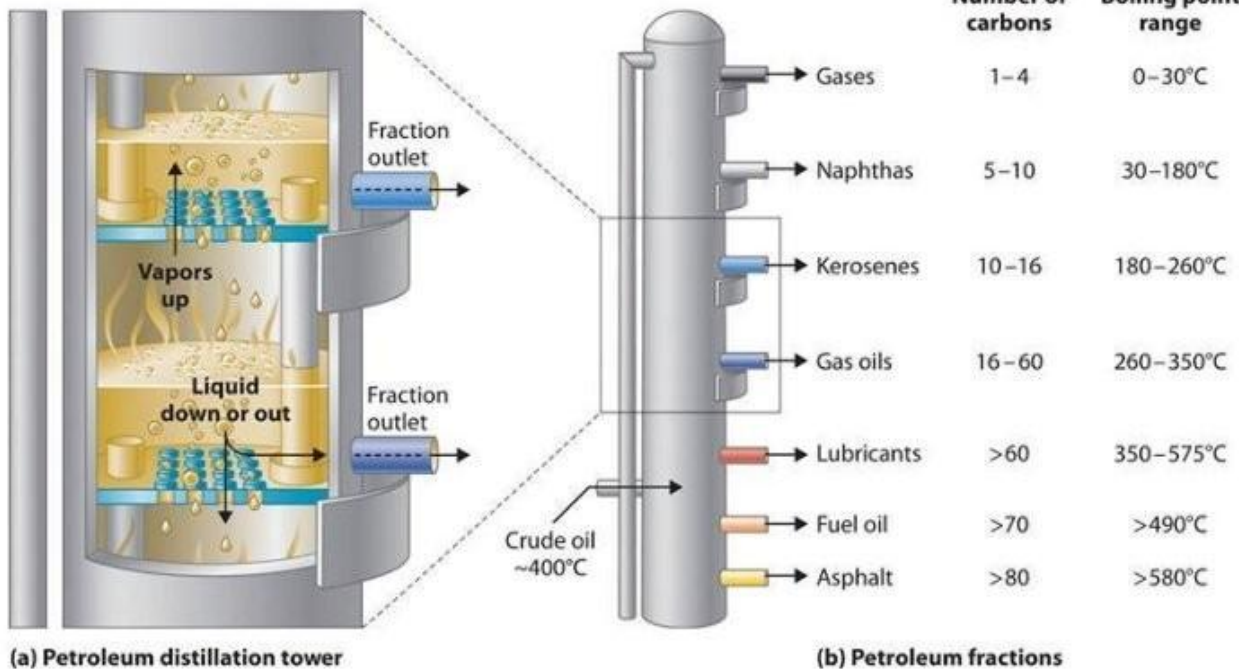


- h_c = altezza corretta (m)
- h_m = altezza misurata dell'interfaccia idrocarburi-acqua (m)
- H_o = spessore dell'orizzonte di idrocarburi (m)
- ρ_o = densità dell'idrocarburo (kg/m^3)
- ρ_w = densità dell'acqua (kg/m^3)

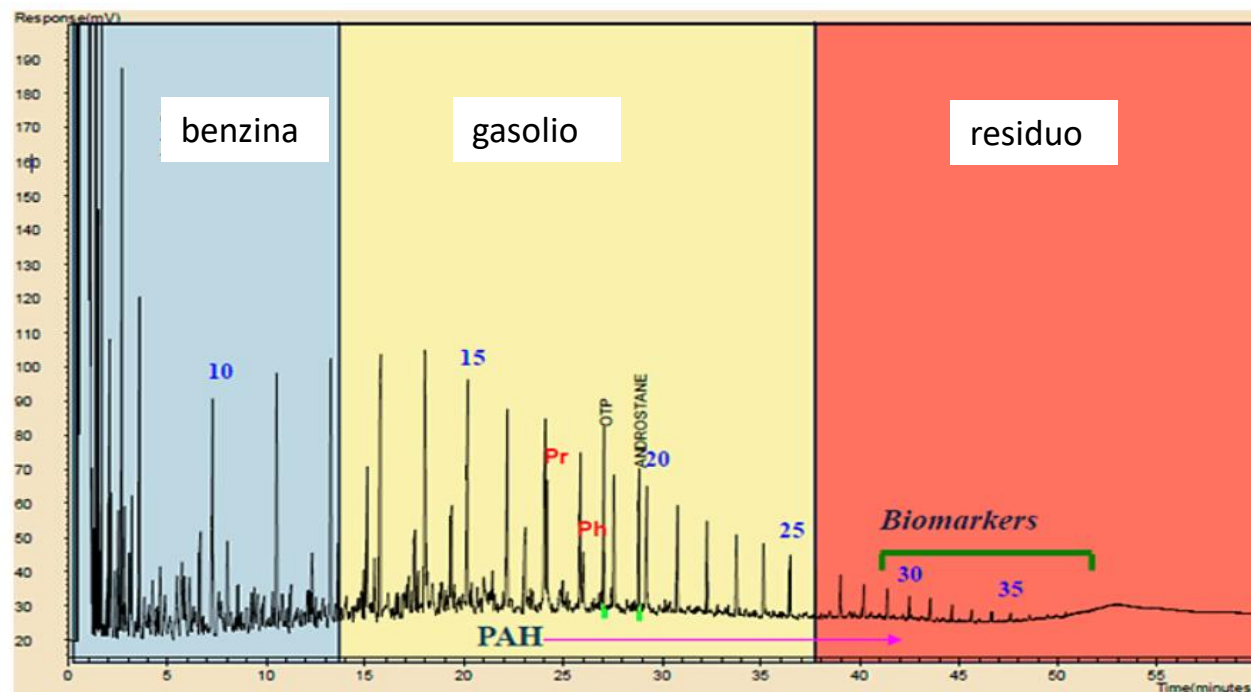
Baildown test (test di aggotamento-
Huges & al. ,1988)



CROMATOGRAMMA DISTILLAZIONE FRAZIONATA DEL PETROLIO

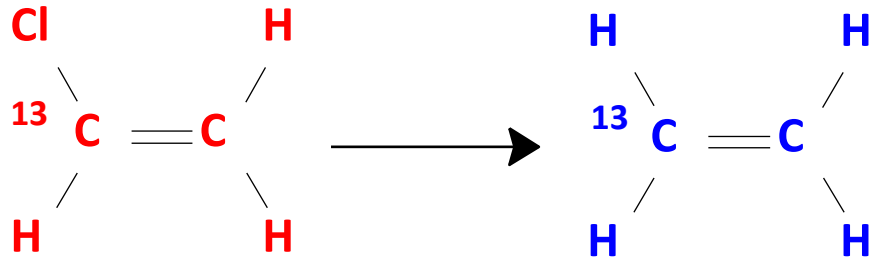


Cromatogramma petrolio greggio



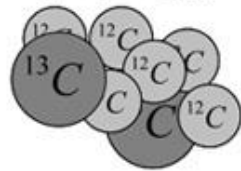
FINGERPRINTING ISOTOPI DEL CARBONIO $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

Dealogenazione riduttiva del Cloruro di Vinile a Etilene



Composizione isotopica contaminante

$^{12}\text{C}:^{13}\text{C} = 99:1$

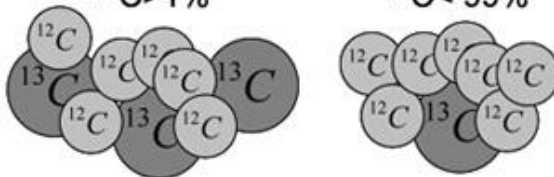


microrganismi

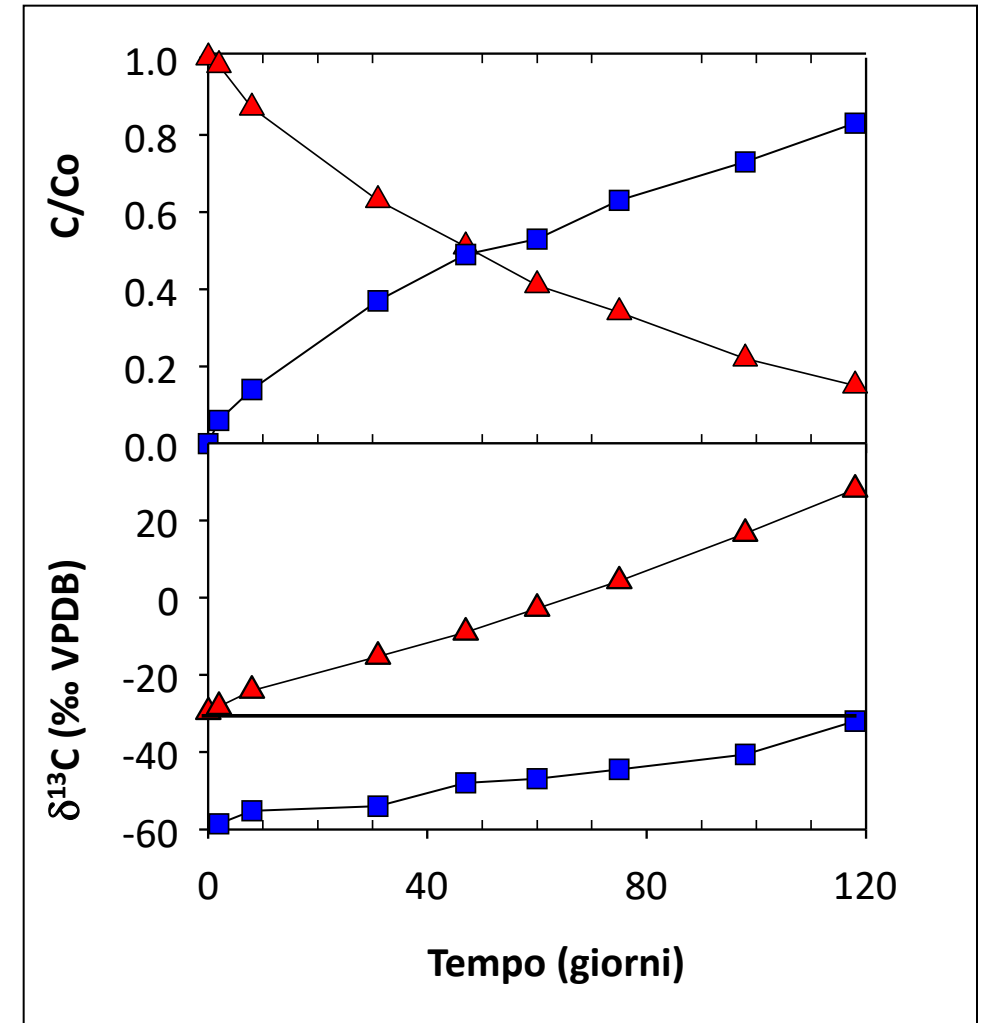
Contaminante residuo + Prodotto

$^{13}\text{C} > 1\%$

$^{12}\text{C} < 99\%$



Compound Specific
Isotope Analysis (CSIA)



Hunkeler, D. et al., 2001