

SEMINARIO TECNICO

***Organo-clorurati ed idrogeologia delle aree urbane:
inquinamento puntuale o diffuso?***

***Caratterizzazione idrodinamica e
isotopica della contaminazione da
solventi clorurati nella valle del
Fiume Chienti, Marche***

Marco Petitta, Eleonora Frollini, Eva Pacioni, Gianni Corvatta, Marco Fanelli

Dipartimento Scienze della Terra, Università La Sapienza di Roma

ARPA Marche - Macerata

Bologna 11 giugno 2015



STORIA DEL SITO

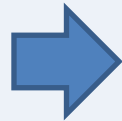


1991: scoperta di un esteso inquinamento dell'acquifero

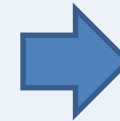


1,1,1 TCA

Individuazione potenziali sorgenti di contaminazione



industrie locali operanti nel settore calzaturiero



Utilizzo di solventi clorurati per il lavaggio di fondi di poliuretano delle calzature

1997-2005: monitoraggio costante falda: USL-ARPAM:

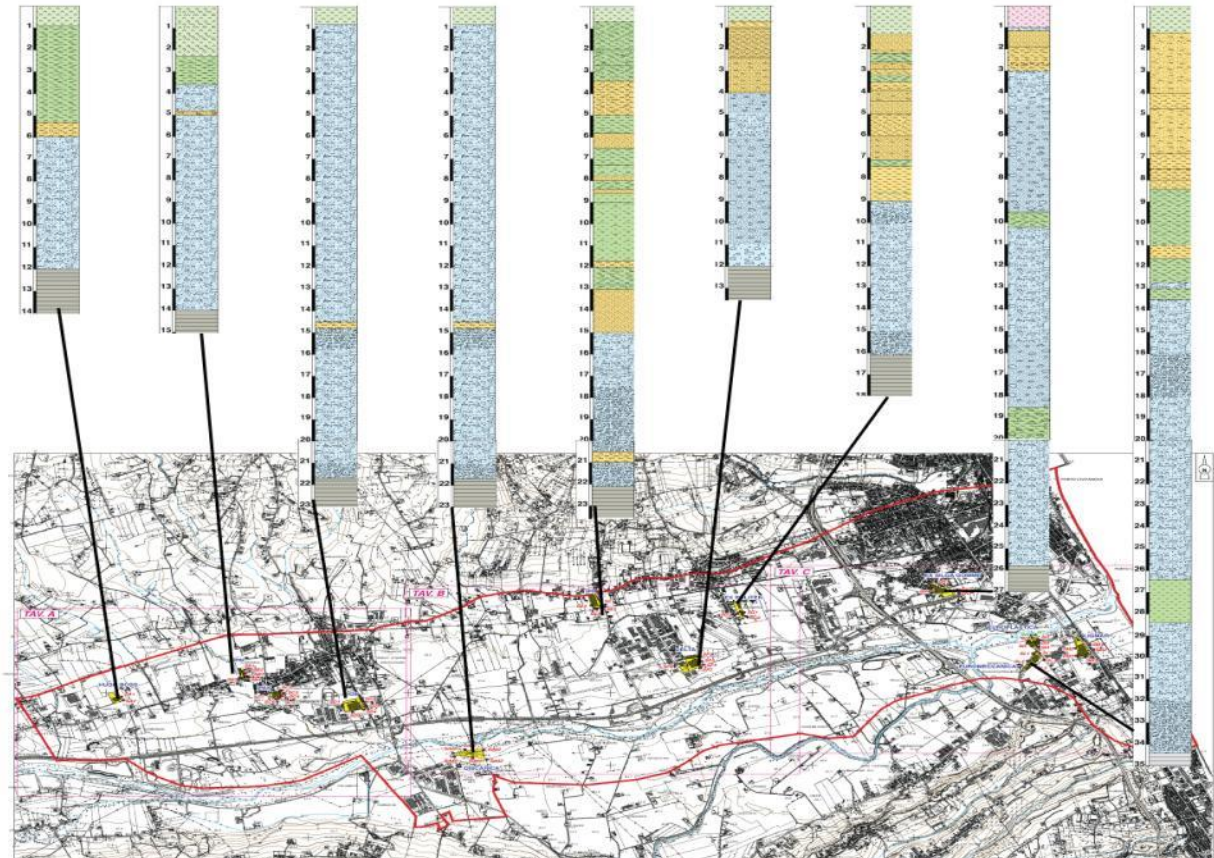
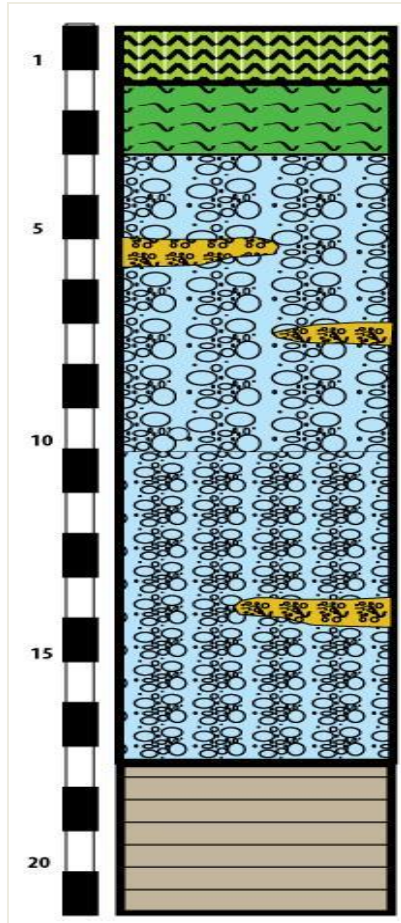
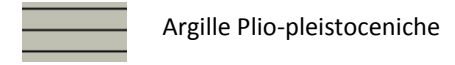
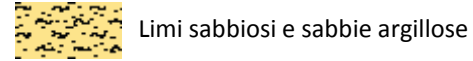
contaminazione più diffusa: **PCE**

Residua: **TCA**

2001: Inserimento del BBC tra i siti contaminati di interesse nazionale

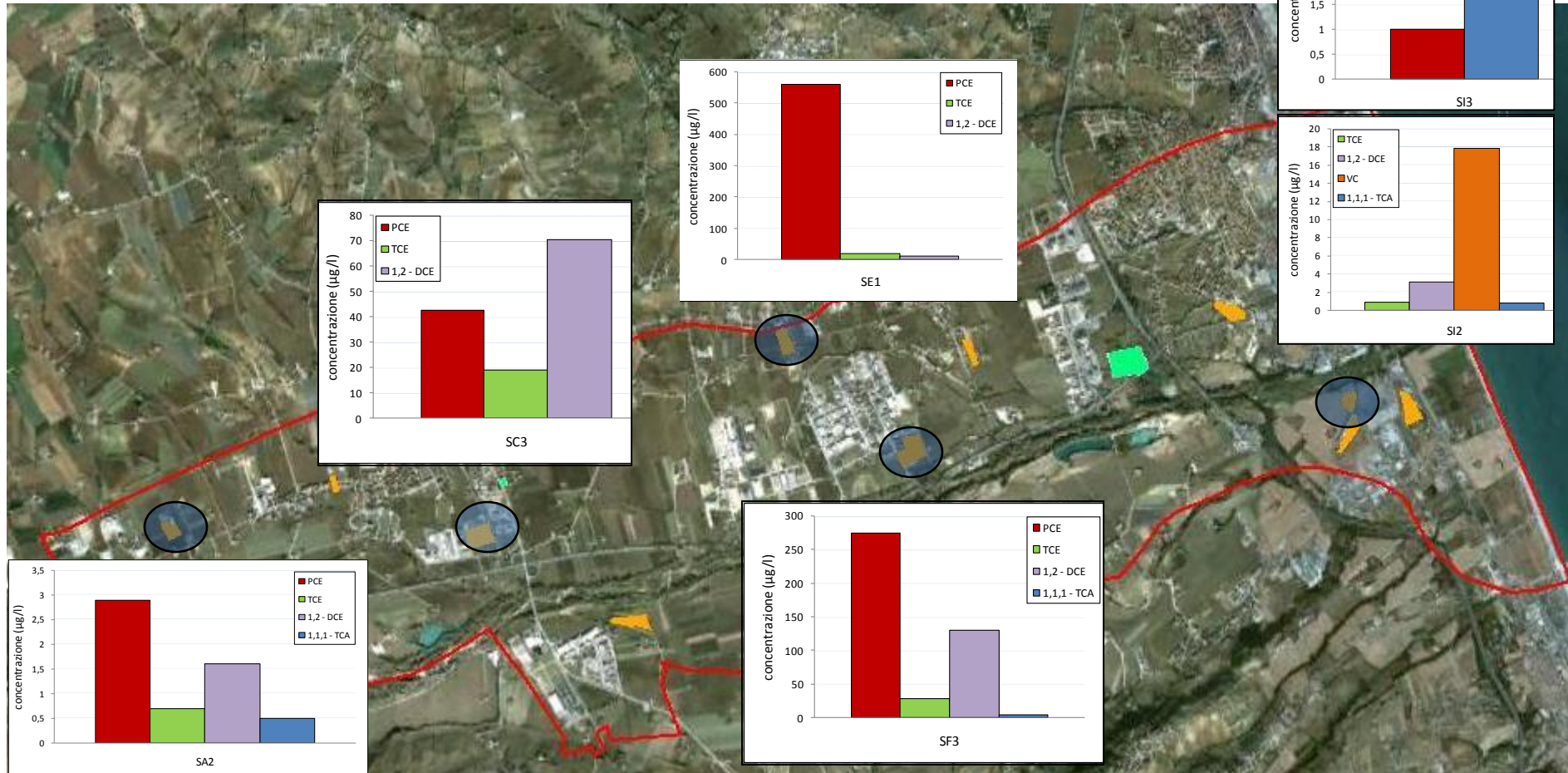
2003: Perimetrazione del sito



Bologna 11 giugno 2015



DISTRIBUZIONE DELLA CONTAMINAZIONE

(indagini ARPAM, marzo-aprile 2008)

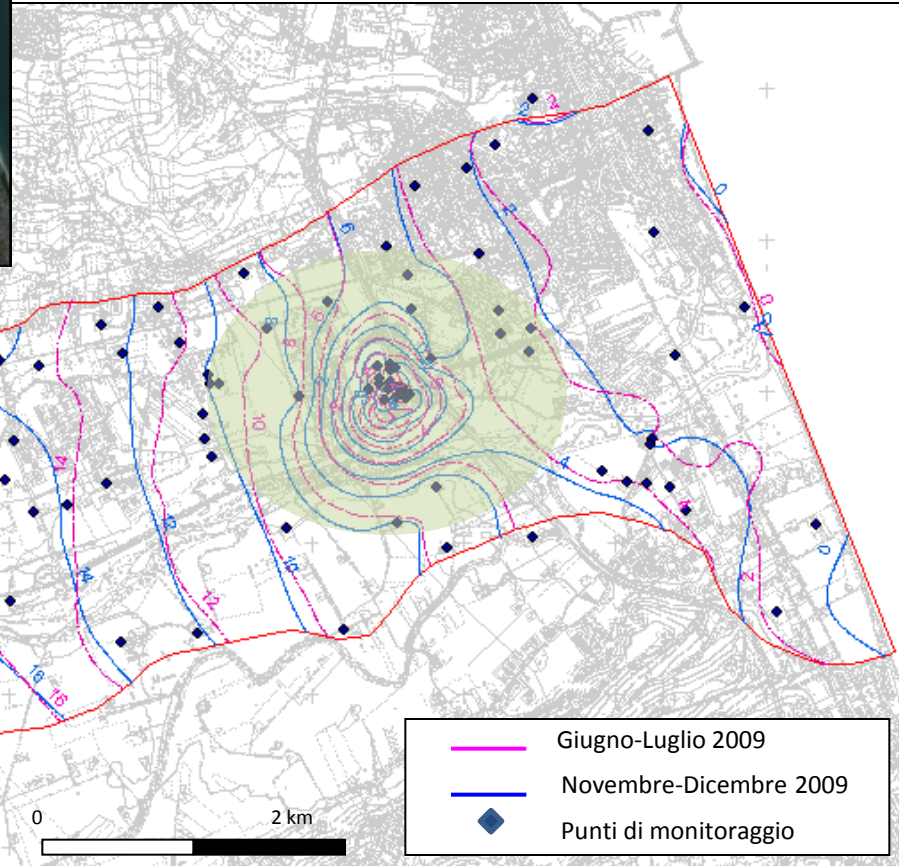


 Acquedotto di Civitanova Marche
 Potenziali sorgenti di contaminazione

Bologna 11 giugno 2015



PIEZOMETRIA (180 pozzi/piezometri)

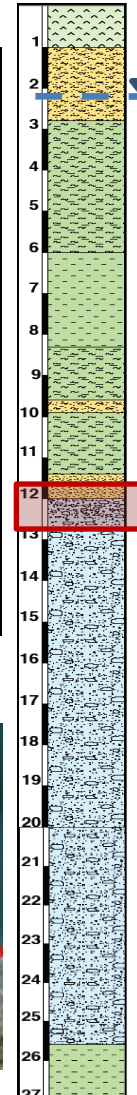
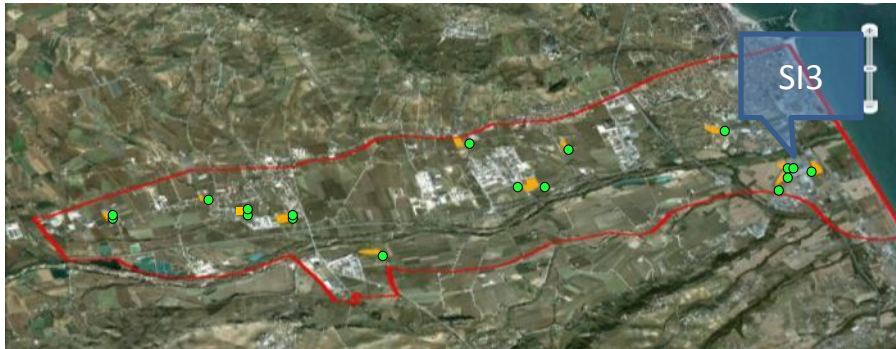


Bologna 11 giugno 2015

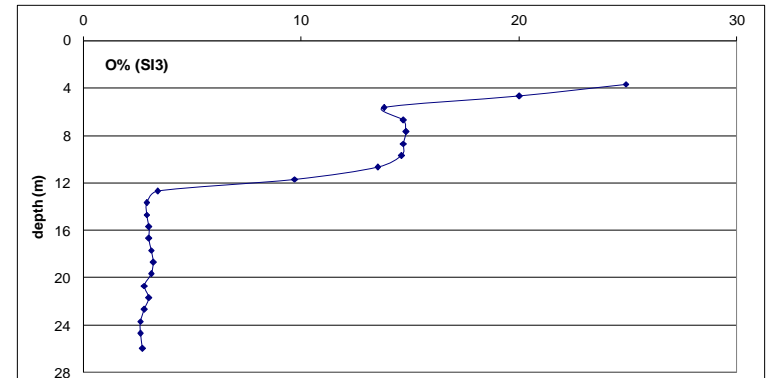
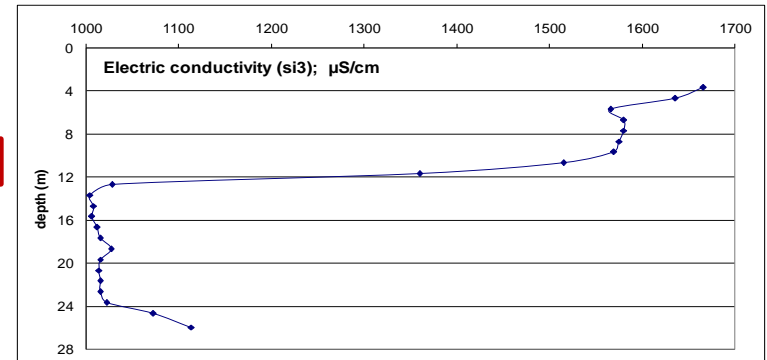
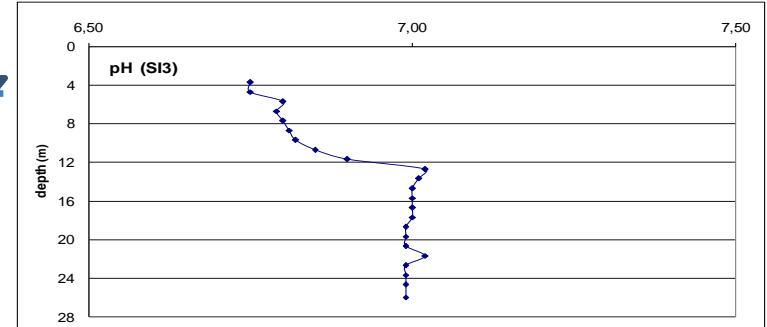
Log CHIMICO-FISICI



18 piezometri (giugno/luglio 2009)



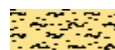
Pz SI3

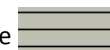


 Riporto

 ghiaie

 Limi argillosi

 Limi-sabbiosi e sabbie-argillose

 Argille plio-pleistoceniche

Bologna 11 giugno 2015

FLOWMETER

(Hess, 1986; Molz Et Alii, 1989; Paillet, 1998, 2000)

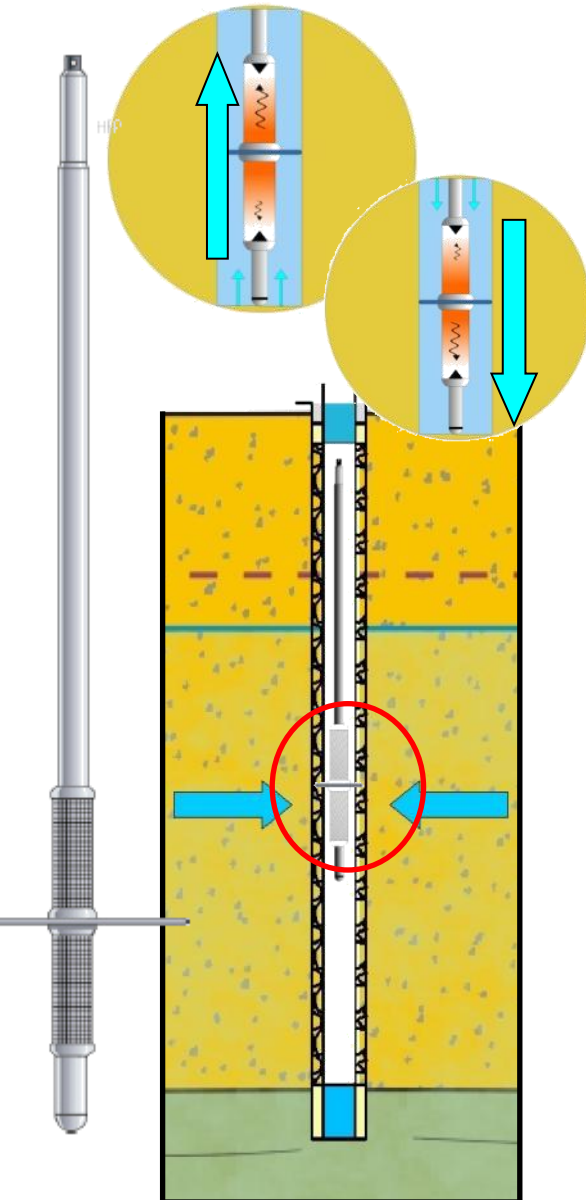
Indagine locale delle dinamiche di flusso verticale (Paillet, 2004)

- valutazione di scambi in acquiferi porosi multifalda tra livelli acquiferi separati da setti a bassa permeabilità,

Heatpulse ad onda di calore: 1) emissione di un'onda di calore

2) acquisizione ad opera di termistori posti ad uguale distanza dal punto di emissione

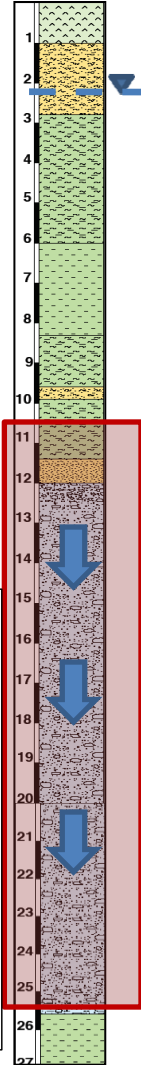
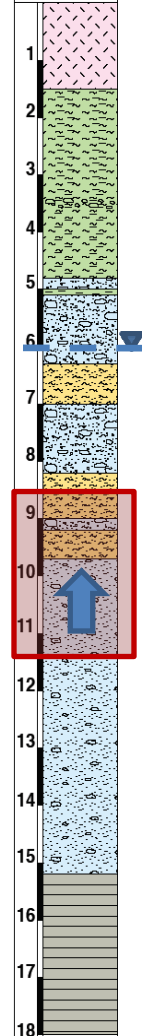
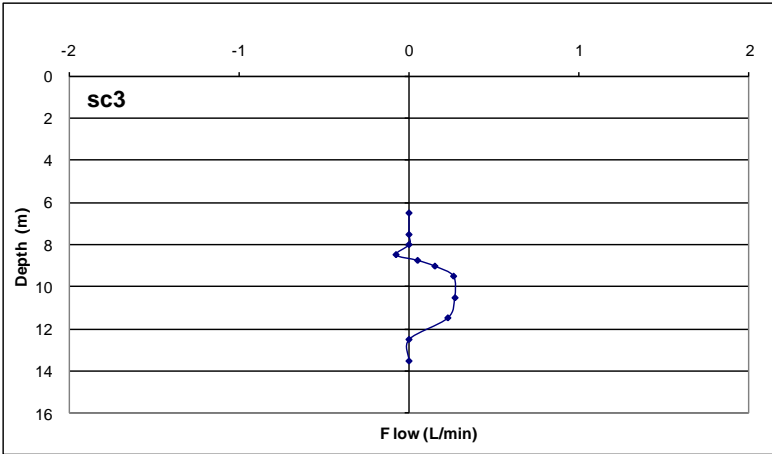
Il **confronto con le stratigrafie di sondaggio** permette di identificare la presenza di eventuali falde sovrapposte.



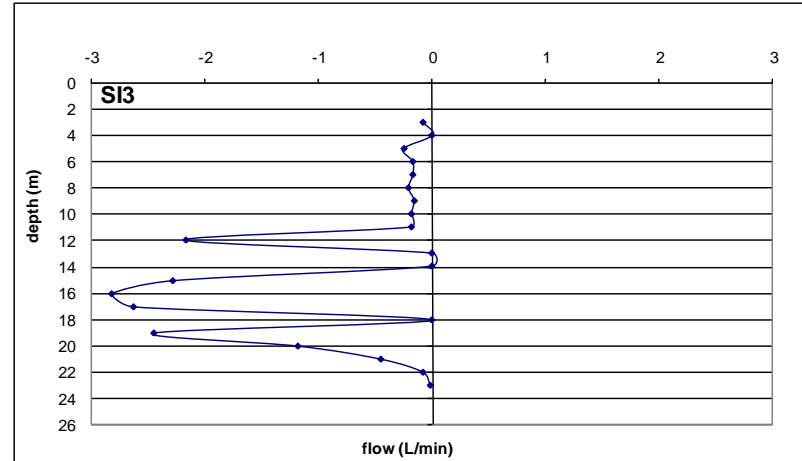
Bologna 11 giugno 2015

FLOWMETER: *i risultati*

Pz SC3



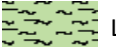




Pz SI3



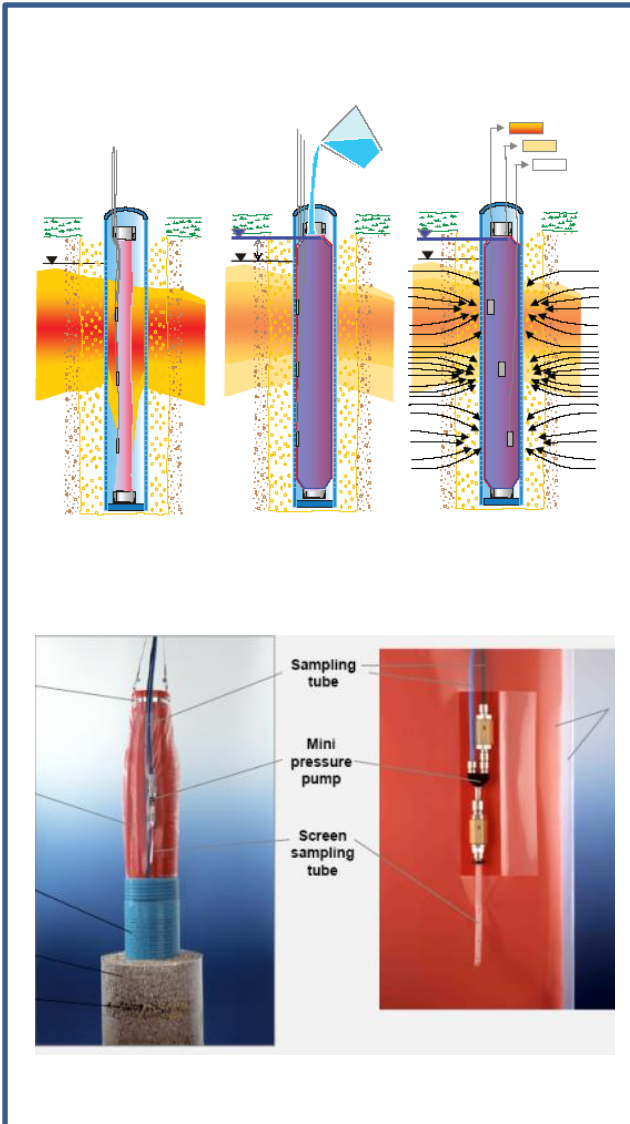
8 piezometri (luglio 2009)



-  Riporto
-  ghiaie
-  Limi argillosi
-  Limi-sabbiosi e sabbie-argillose
-  Argille plio-pleistoceniche

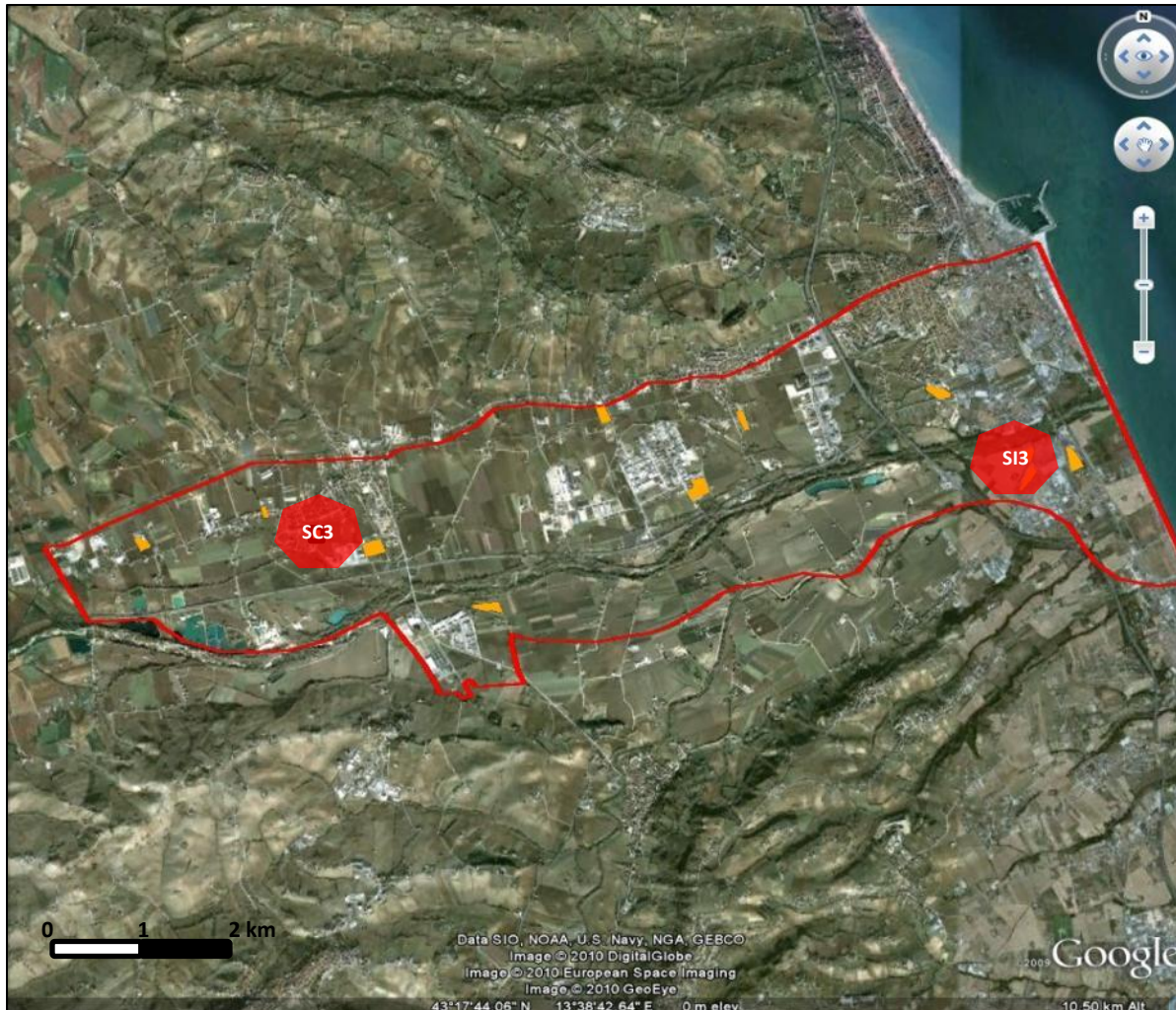
Bologna 11 giugno 2015

CAMPIONAMENTO MULTILIVELLO: *sock system*



Bologna 11 giugno 2015

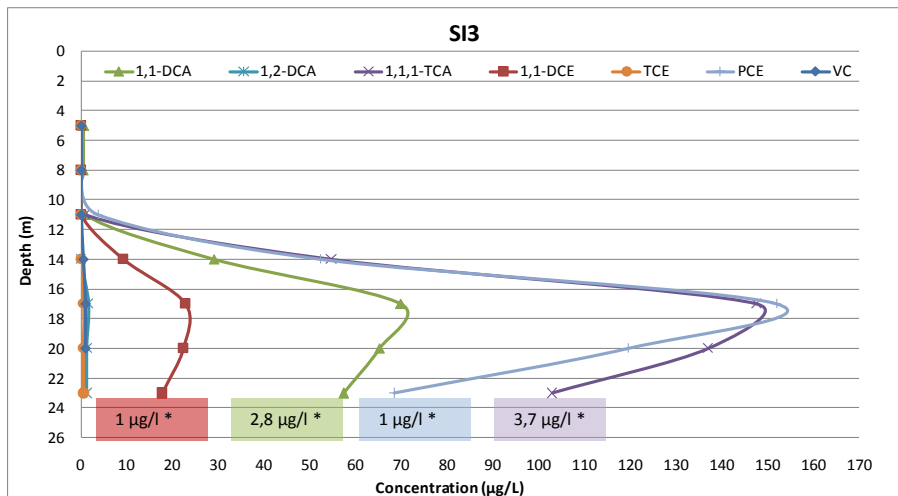
CAMPIONAMENTO MULTILIVELLO: *il campionamento* (sock system)





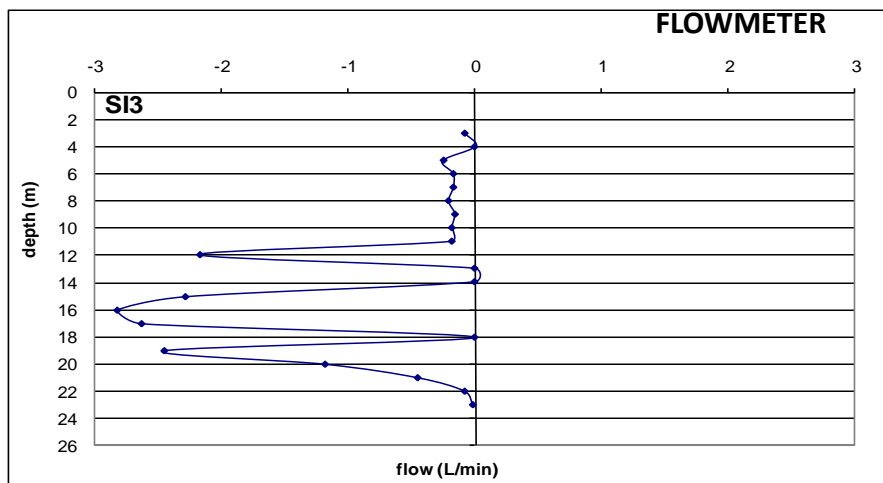
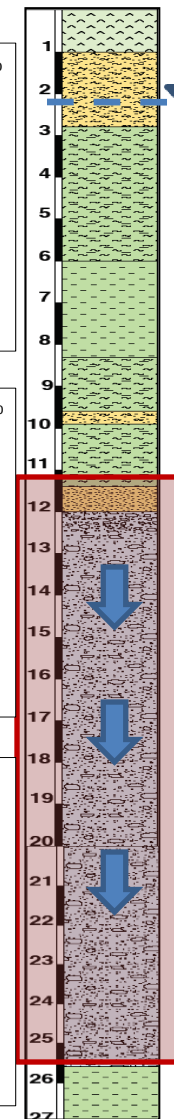
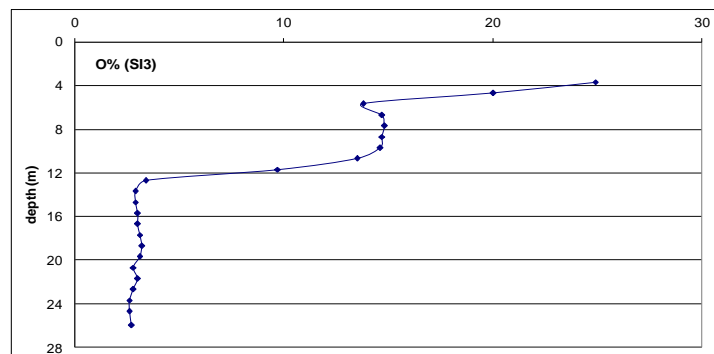
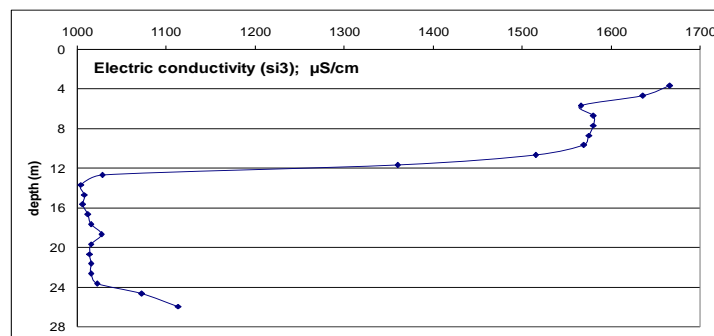
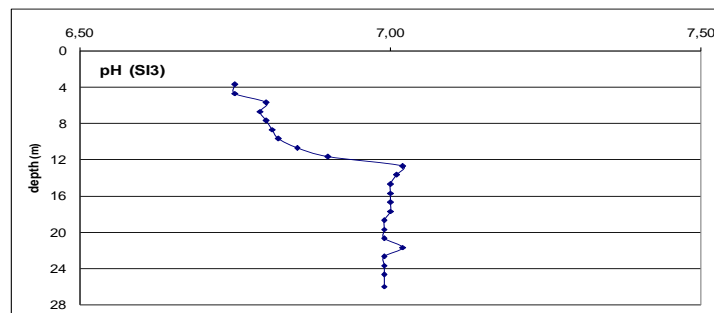
CAMPIONAMENTO MULTILIVELLO: *risultati*

Multilevel sock samplers



* Campionamento classico (indagini ARPAM, marzo-aprile 2008)

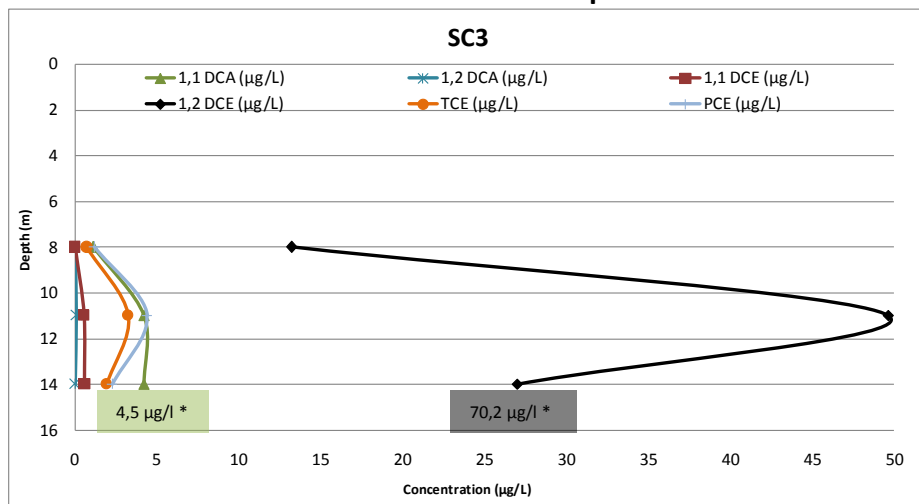
Parametri chimico-fisici



CAMPIONAMENTO MULTILIVELLO: *risultati*

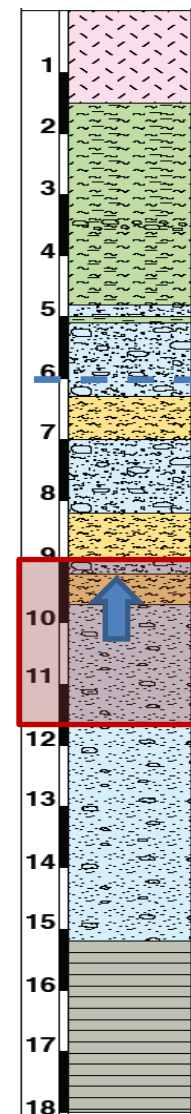
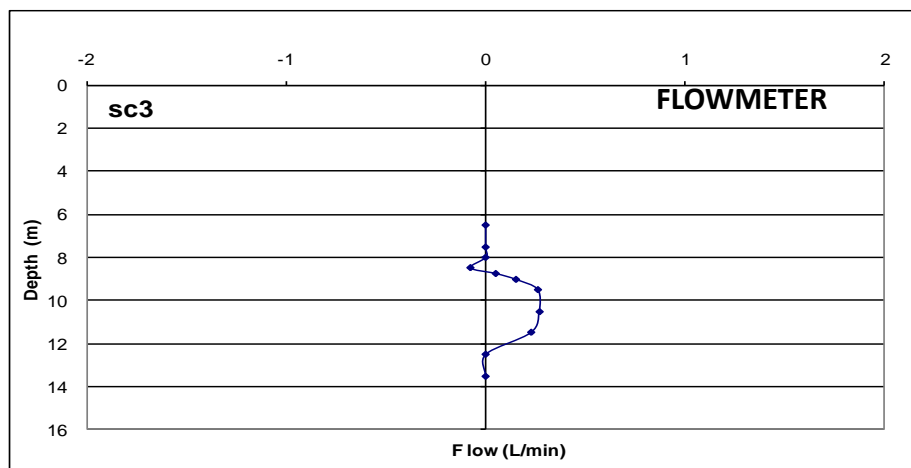
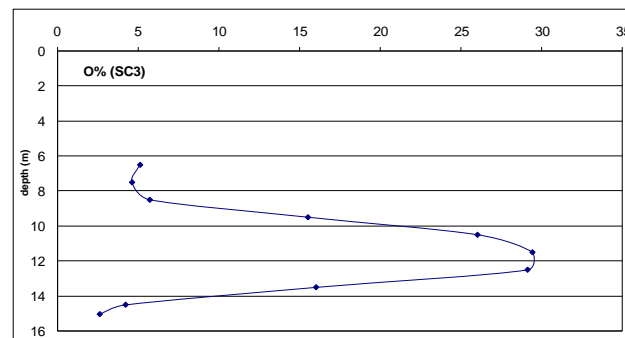
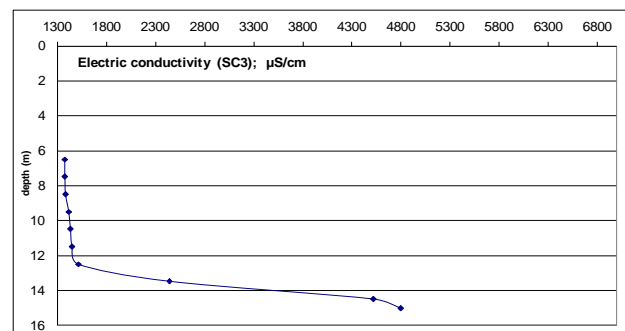
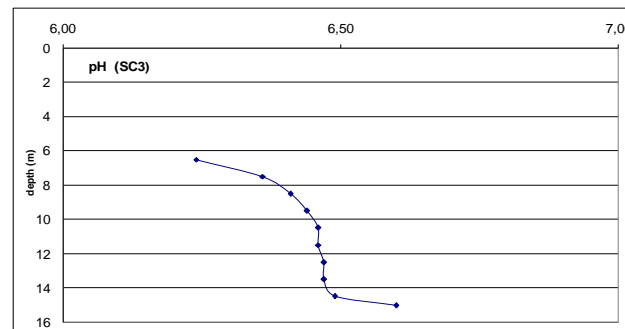
SC3

Multilevel sock samplers



* Campionamento classico (indagini ARPAM, marzo-aprile 2008)

Parametri Chimico-fisici



Bologna 11 giugno 2015

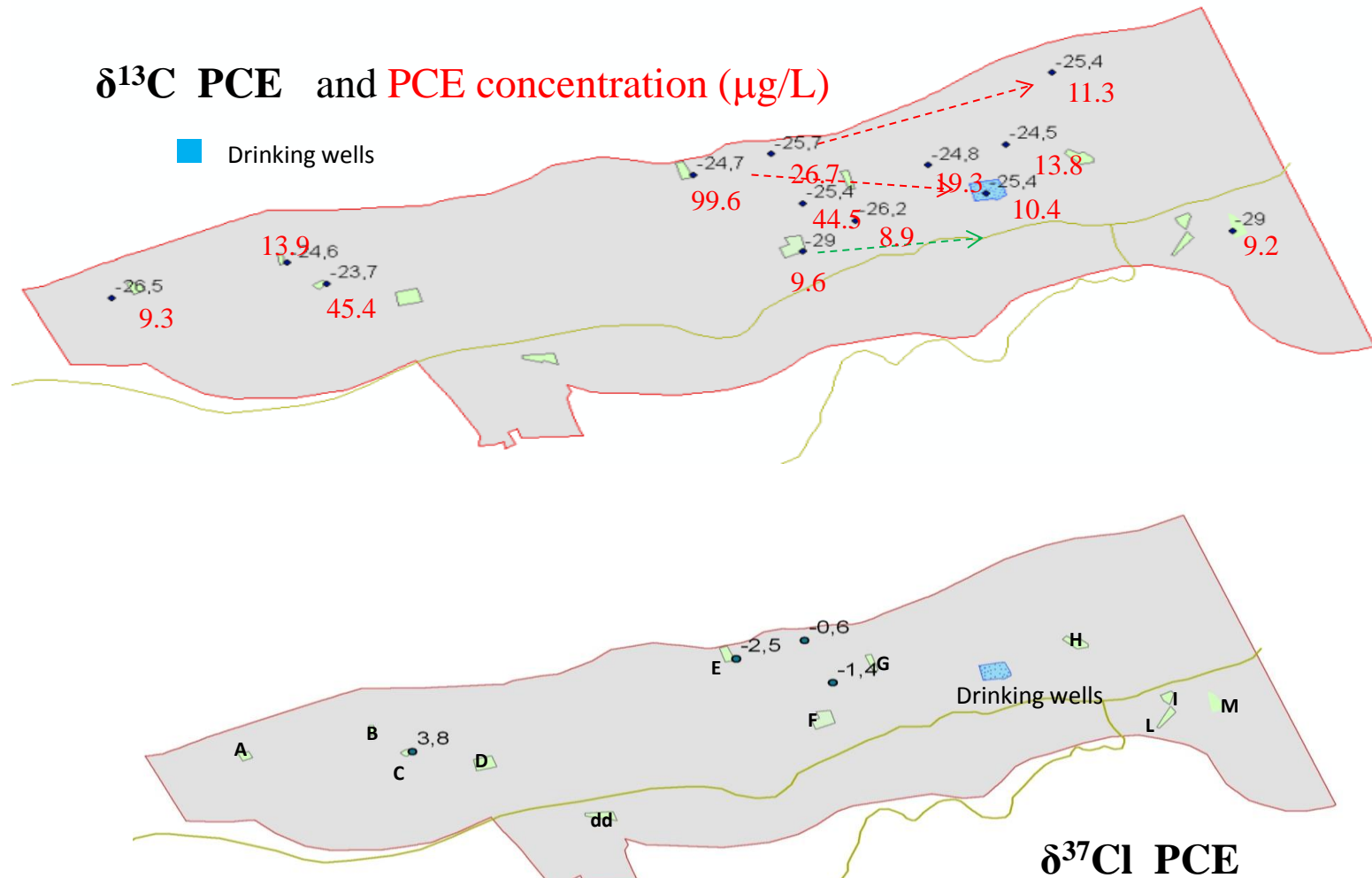
ANALISI ISOTOPICHE ($\delta^{13}\text{C}$; $\delta^{37}\text{Cl}$)

20 punti di campionamento



Bologna 11 giugno 2015

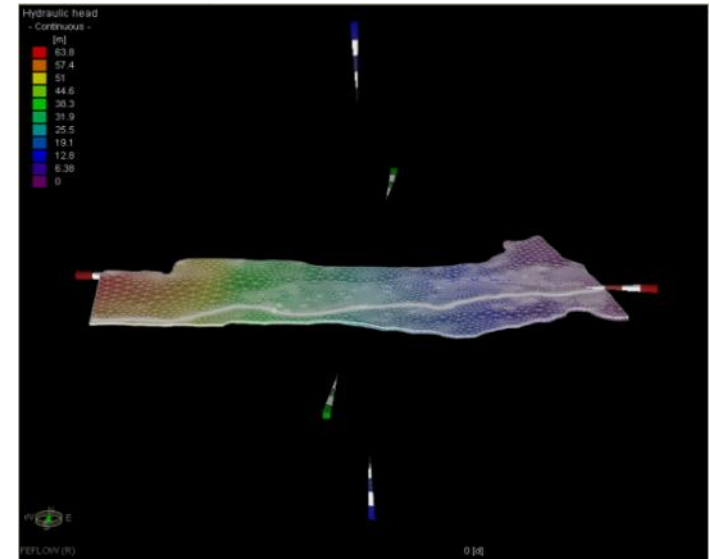
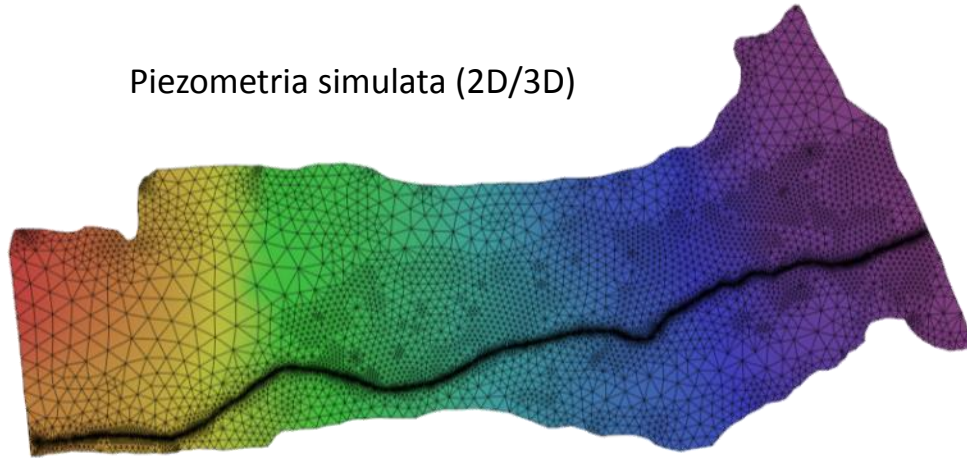
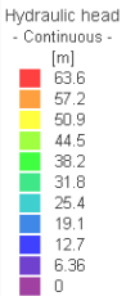
ANALISI ISOTOPICHE ($\delta^{13}\text{C}$; $\delta^{37}\text{Cl}$): *risultati*



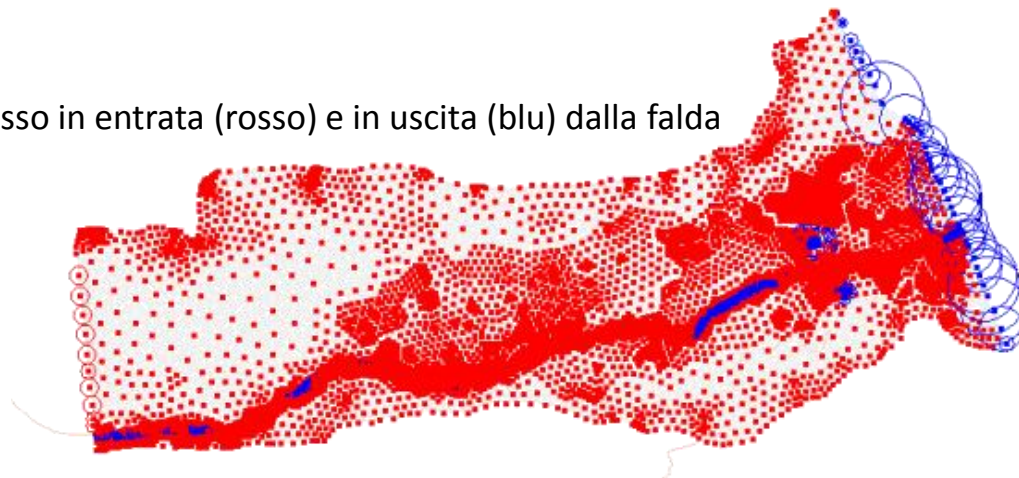
NB: Zona I; degradazione fino a VC

IL MODELLO DI SIMULAZIONE

Piezometria simulata (2D/3D)



Flusso in entrata (rosso) e in uscita (blu) dalla falda



Conclusioni

- La ricostruzione della contaminazione da solventi clorurati non può prescindere da un buon modello concettuale della circolazione idrica sotterranea
- Le indagini richiedono una caratterizzazione anche verticale dell'andamento della contaminazione, a causa di fenomeni di stratificazione tipici della tipologia di inquinanti e di acquiferi
- La distribuzione della contaminazione è influenzata dalla eterogeneità dell'acquifero e il monitoraggio dei parametri chimico-fisici e dell'idrodinamica sotterranea sono fondamentali per comprendere le cause delle differenze di concentrazione con la verticale
- Le **analisi isotopiche** ($\delta^{13}\text{C}$ - $^{37}\delta\text{Cl}$) dei composti clorurati sono utili per definire i processi principali in gioco (come processi di degradazione localizzati o ad ampia scala) e la potenziale evoluzione della contaminazione, sia in senso spaziale che temporale
- Spesso, soprattutto per concentrazioni basse ma superiori ai limiti di legge, le classiche azioni di bonifica non sono efficaci e in questi casi va valutata la possibilità di "natural attenuation"; in questi casi la caratterizzazione isotopica consente anche di prevedere la possibile evoluzione del fenomeno