

Il modello concettuale: motore primo dei procedimenti di valutazione ed intervento delle matrici ambientali

Maurizio Guerra
ISPRA

Dipartimento Difesa del Suolo/ Servizio Geologico d'Italia

Argomenti

- Cos'è il modello concettuale
- A cosa serve
- Modello concettuale e inquinamento diffuso
- Che cosa serve per un modello concettuale affidabile, alcuni esempi (idrochimica di base, geofisica, isotopia, geostatistica)
- Conclusioni



Cos'è il modello concettuale

Il modello concettuale è una rappresentazione di come "funziona" il sito in termini di:

- sorgenti di (potenziale) contaminazione
- trasporto e destino dei contaminanti
- bersagli (umani e ambientali)



Oggetto reale:
il sito



Relazione che
descrive il sito

Cos'è il modello concettuale

Il percorso di descrizione dell'oggetto reale (il sito) avviene utilizzando i dati di campo (es. la stratigrafia, la distribuzione dei contaminanti nelle diverse matrici ambientali il nostro database)

I dati sperimentali sono i mattoni del processo conoscitivo ma....



...la scienza è fatta di dati, come una casa di pietre. Ma un ammasso di dati non è scienza più di quanto un mucchio di pietre sia una casa

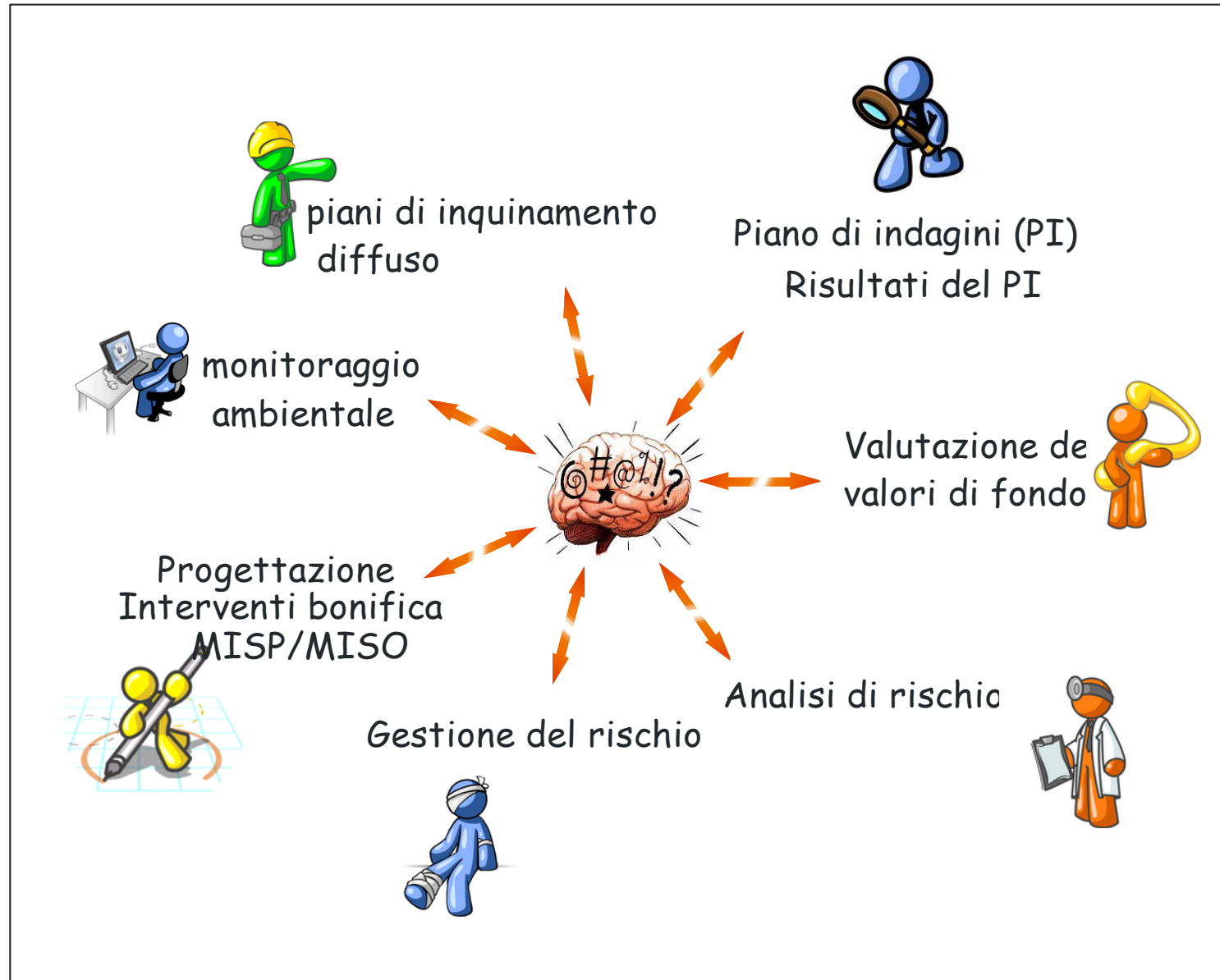
Henry Poincaré

A cosa serve il modello concettuale

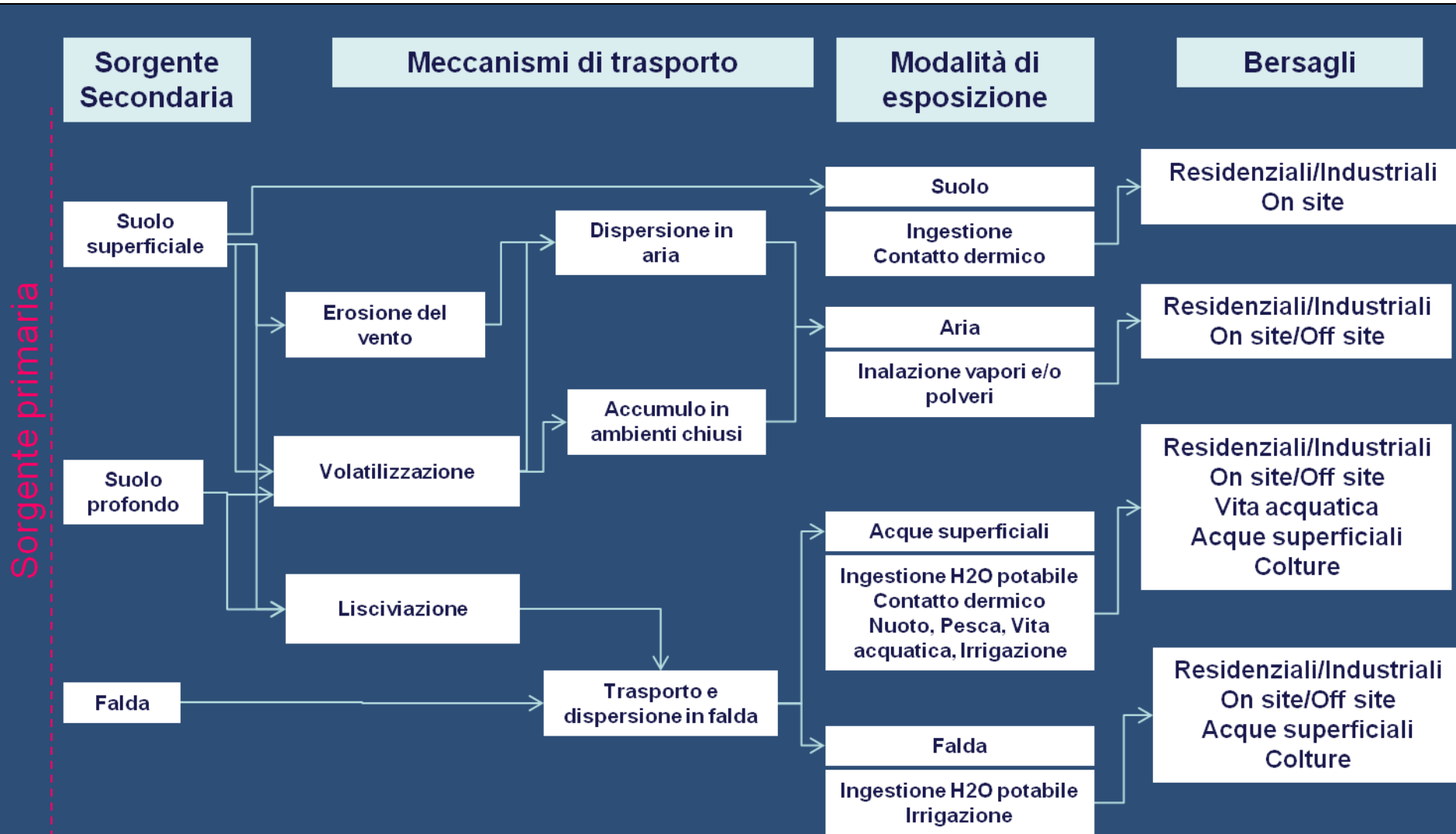
... in sostanza dobbiamo interpretare i dati, metterli in relazione fra loro e in relazione alle conoscenze "non numerabili" che abbiamo del sito



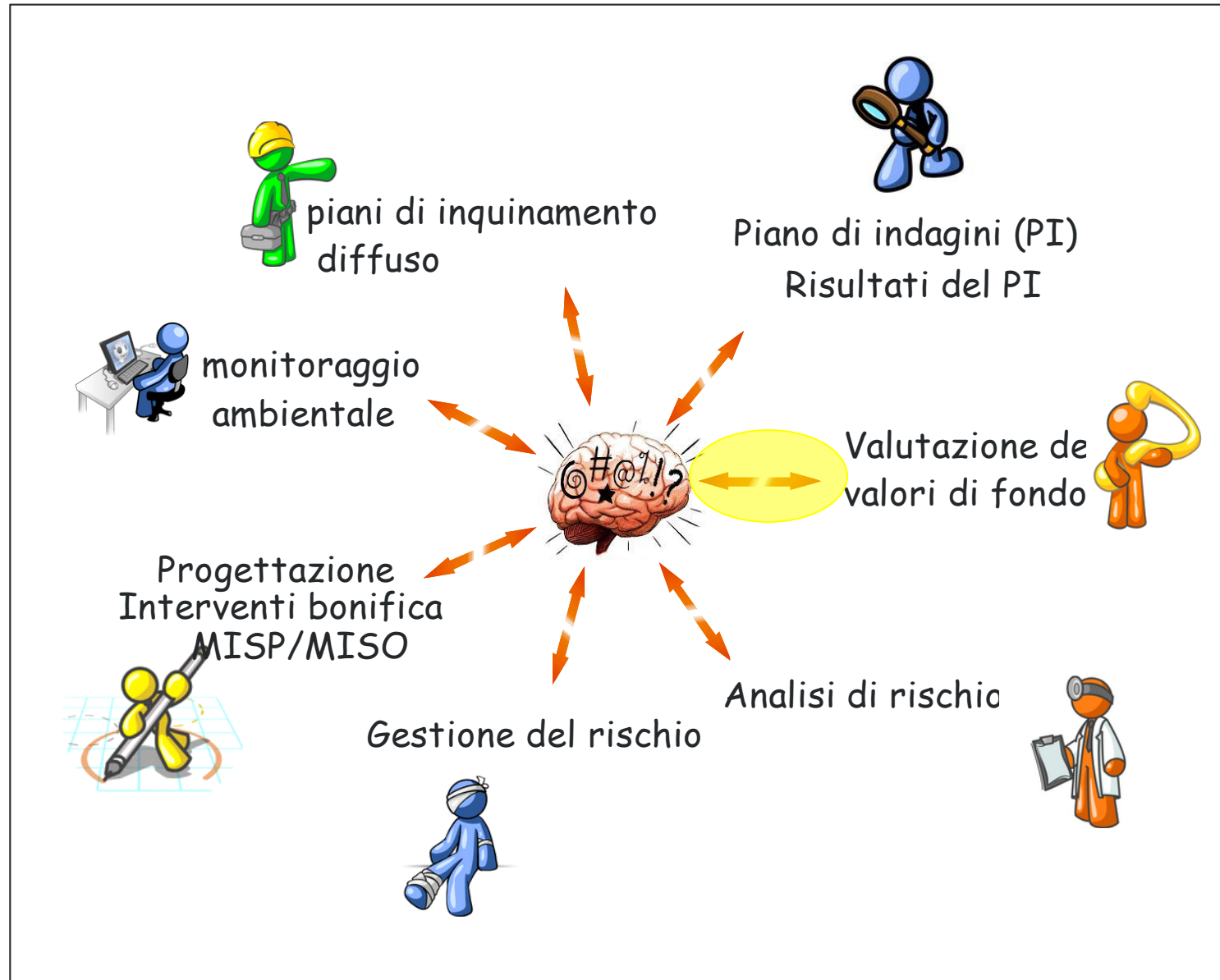
A cosa serve il modello concettuale



A cosa serve il modello concettuale

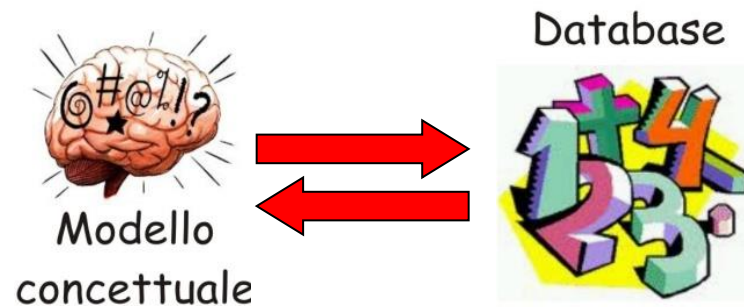


A cosa serve il modello concettuale



A cosa serve il modello concettuale

IL modello concettuale è fondamentale per indirizzare e sviluppare le attività di caratterizzazione/intervento ambientale; d'altra parte i dati/elaborazioni che derivano dall'espletamento di queste attività possono modificare il modello concettuale stesso



Esempio : determinazione dei valori di fondo nei terreni



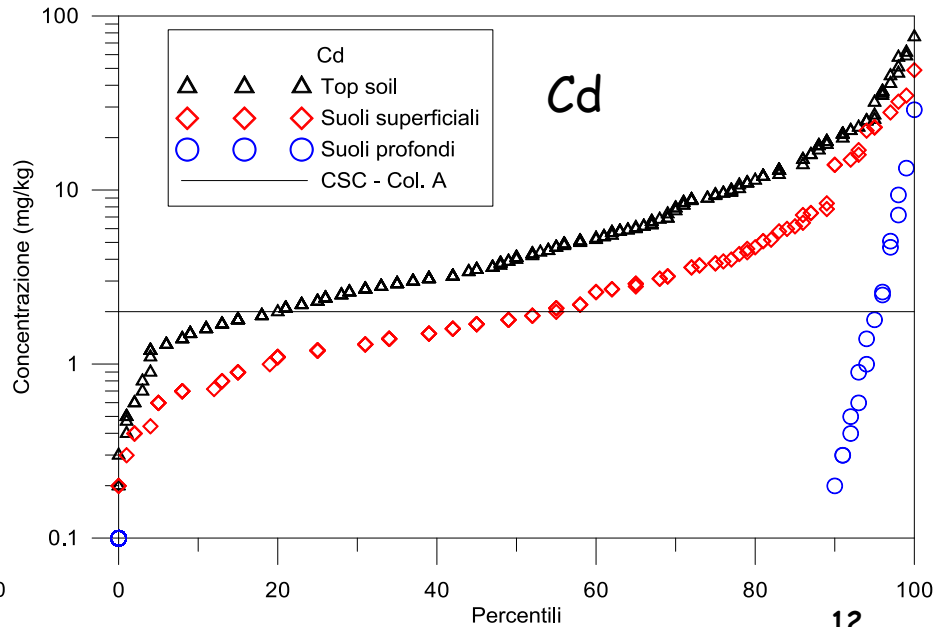
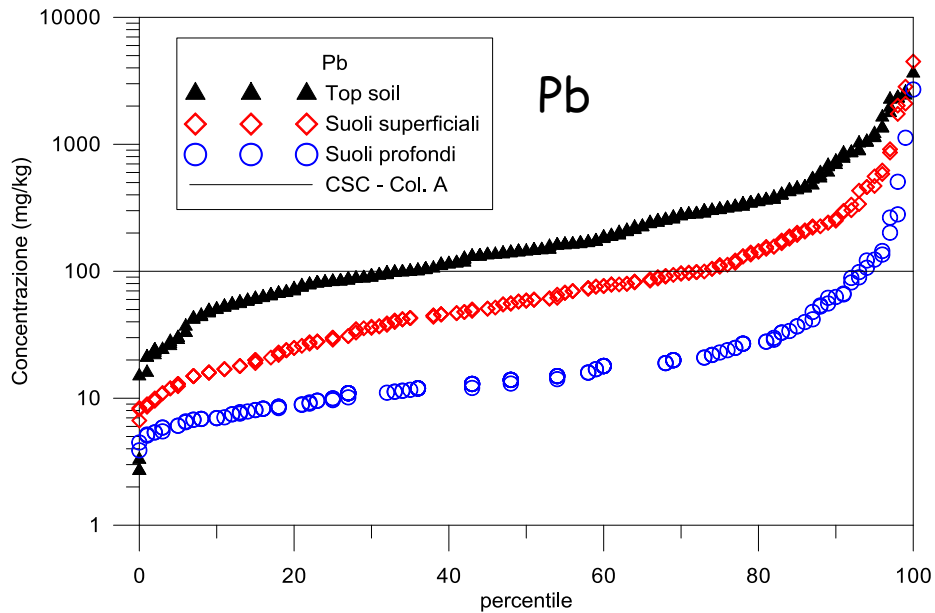
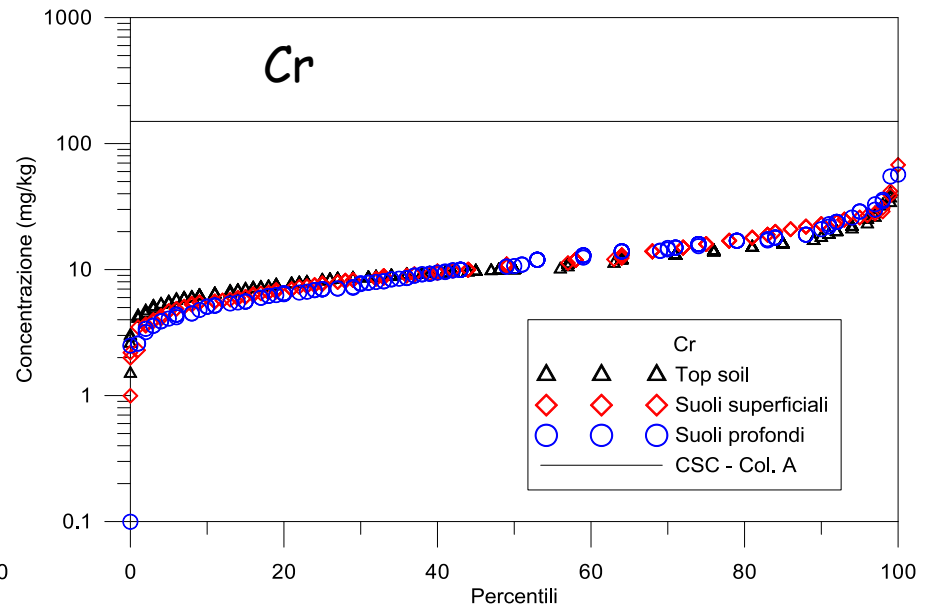
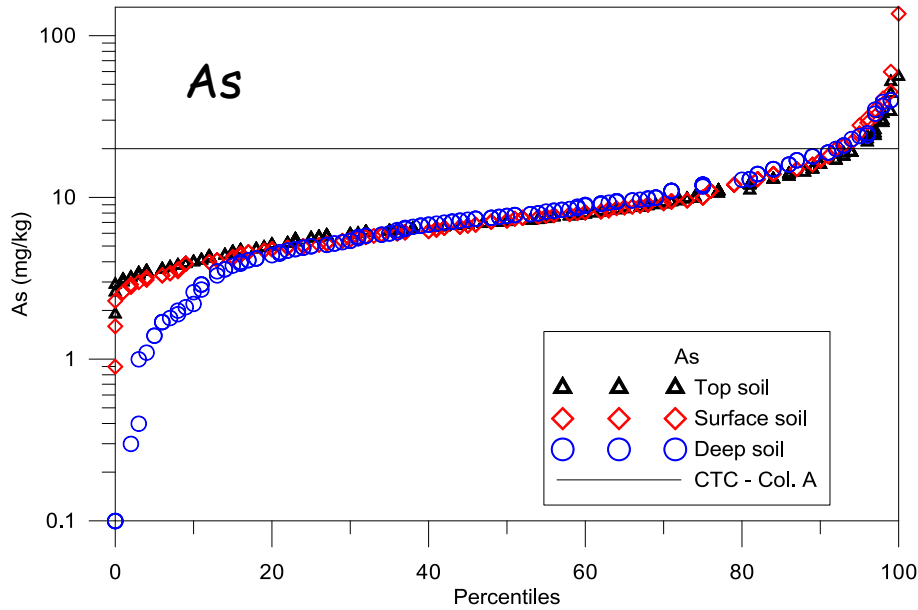
> fenomeni di ricaduta di polveri contenenti metalli (As, Cr, Pb, Zn, Cd, Hg). Valutazione del tenore dei metalli nei suoli anche al fine di determinare un fondo antropizzato



Indagini (che prendono in considerazione la profondità come fattore di controllo)



risultati



Modello concettuale e inquinamento diffuso

I contenuti del modello concettuale comprendono l'individuazione della **sorgente** della contaminazione ed i processi di **trasporto** dei contaminanti. Questi temi a loro volta si legano a quello dell' inquinamento diffuso. Nell' "inquinamento diffuso" è insito nel termine "diffuso" una **distribuzione spaziale** della contaminazione su ampia scala.

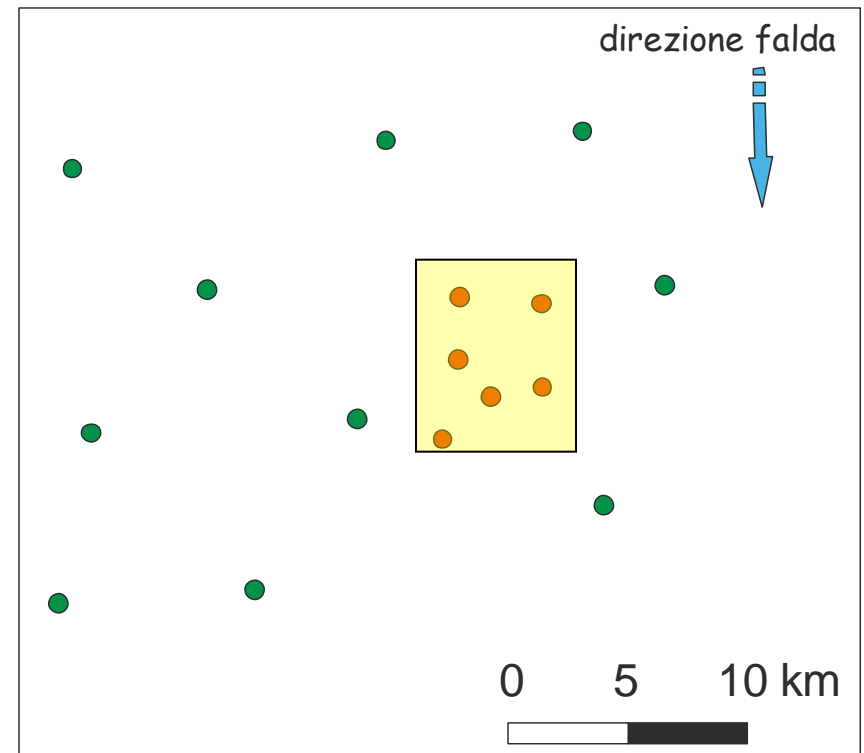
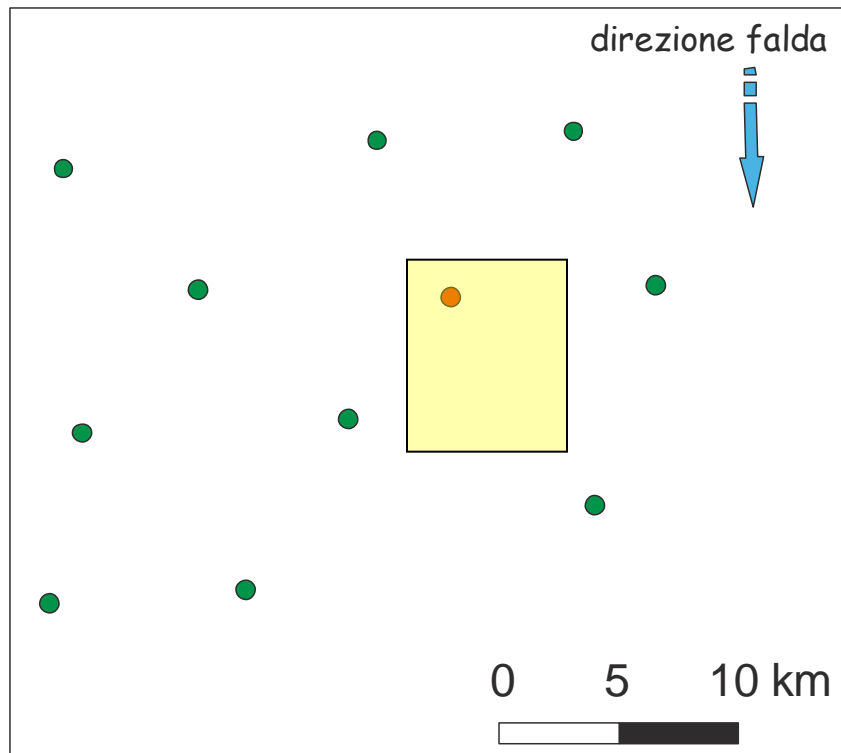
Nella realtà rapporti fra contaminazione puntuale e contaminazione diffusa sono molto più complessi

Modello concettuale e inquinamento diffuso

Le criticità nel definire il rapporto fra contaminazione puntuale e contaminazione diffusa sono:

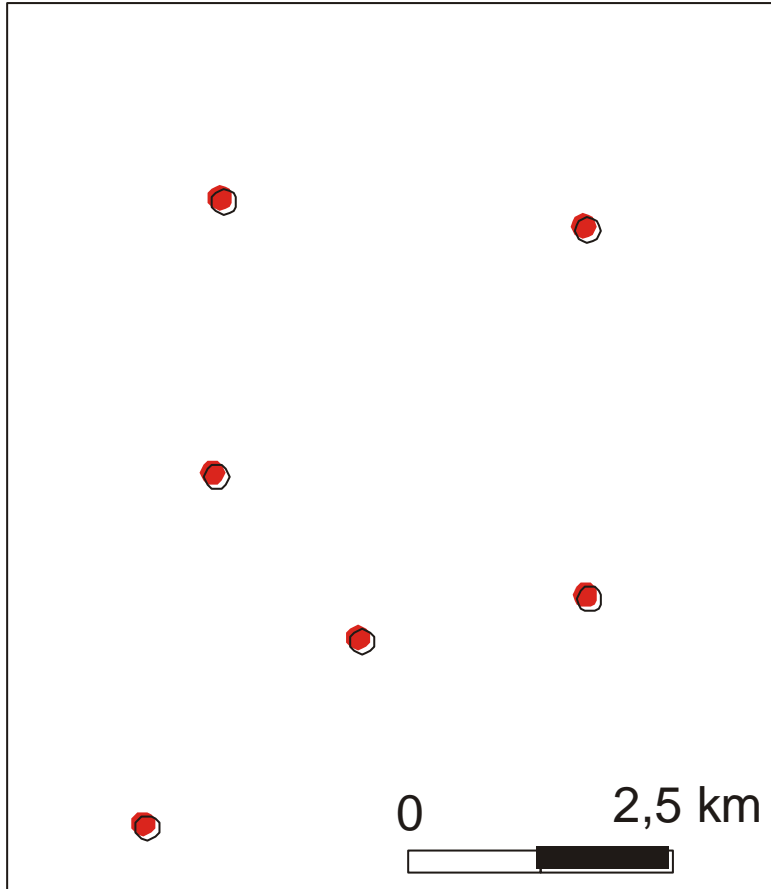
- La distinzione fra le distribuzioni spaziali della contaminazione puntuale e della contaminazione diffusa dipende dalla scala di campionamento;
- Nel dettato normativo il concetto di inquinamento diffuso non è legato alla distribuzione del contaminante, ma alla sorgente (*"la contaminazione o le alterazioni chimiche, fisiche o biologiche delle matrici ambientali determinate da fonti diffuse non imputabili ad un singola origine"*)

Modello concettuale e inquinamento diffuso



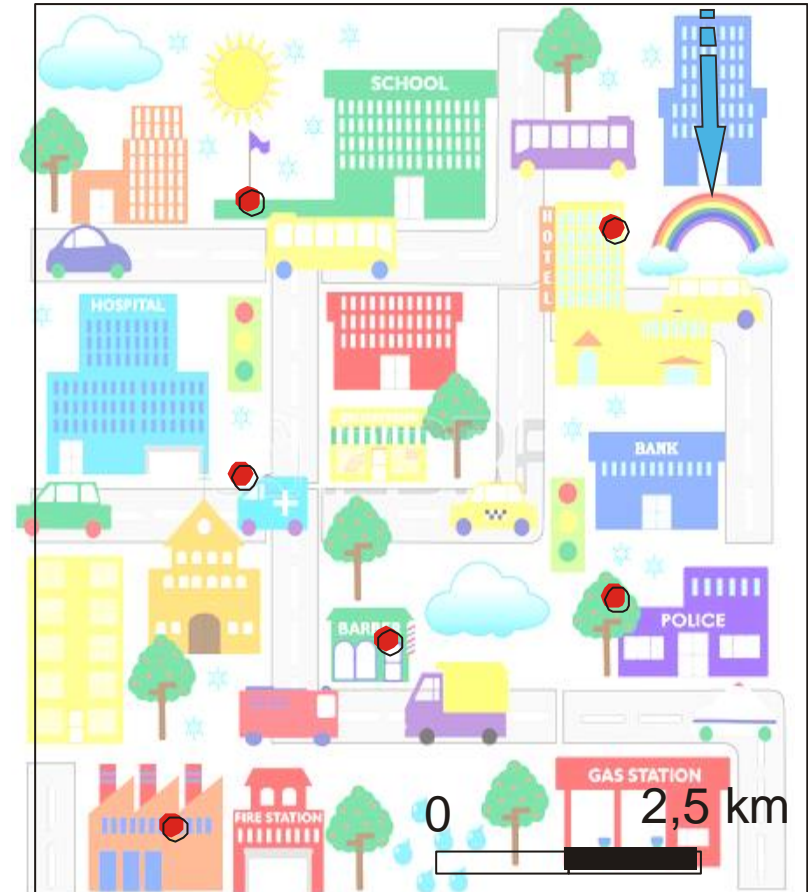
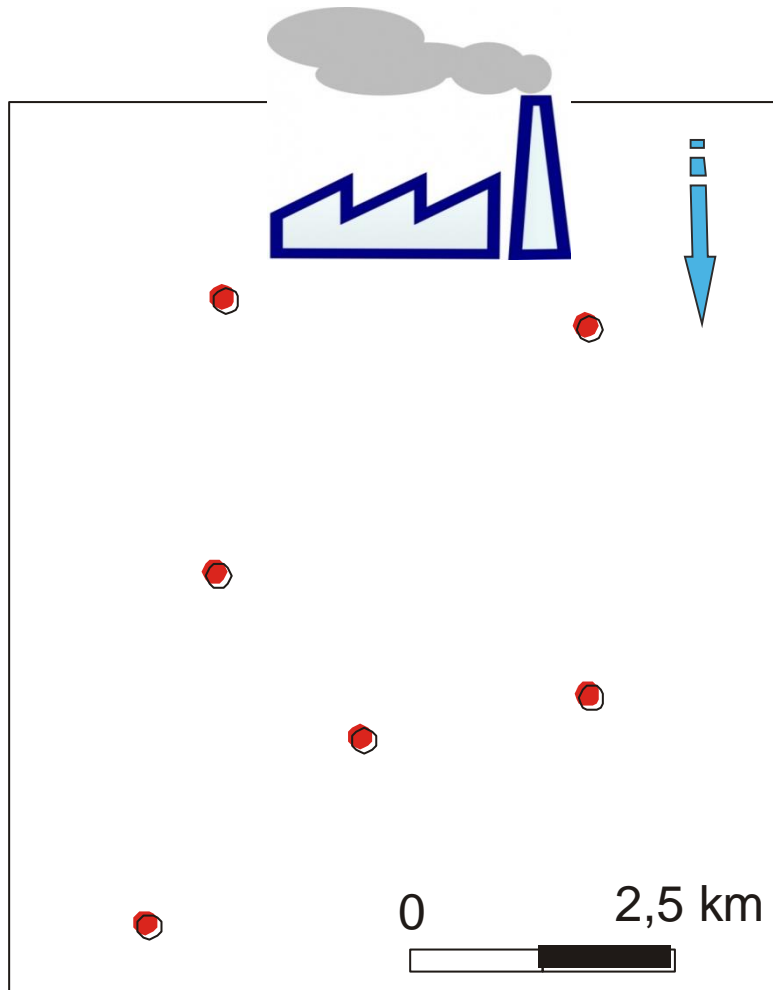
La distribuzione della contaminazione non è sempre sufficiente per distinguere fra contaminazione puntuale e contaminazione diffusa. E' sempre necessario "contestualizzare"

Modello concettuale e inquinamento diffuso



A questa scala di campionamento sembrerebbe esserci una distribuzione diffusa della contaminazione

Modello concettuale e inquinamento diffuso



Modello concettuale e inquinamento diffuso

Rispetto alla definizione normativa di inquinamento diffuso (*"la contaminazione o le alterazioni chimiche, fisiche o biologiche delle matrici ambientali determinate da fonti diffuse non imputabili ad un singola origine"*)

nei GdL ARPA-ISPRA ci si sta indirizzando verso una lettura leggermente più ampia che include oltre sorgenti diffuse (es. attività agricola, aree urbane, ricarica da corpi idrici compromessi) più sorgenti puntuali per le quali non sia possibile discriminare il contributo delle singole fonti alla contaminazione riscontrata



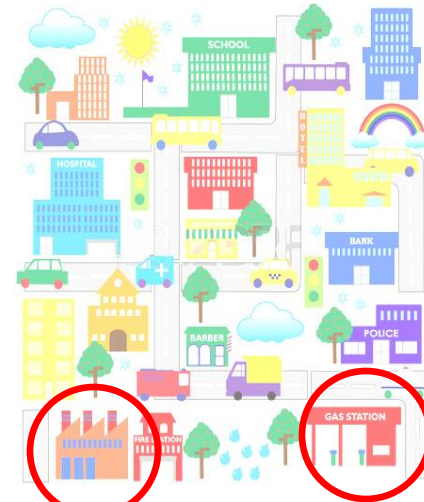
Modello concettuale e inquinamento diffuso

In questa accezione più ampia lo spartiacque fra inquinamento diffuso e puntuale sta anche nella capacità di chi conduce le indagini nell'individuare le sorgenti puntiformi e il nesso di causalità che hanno con lo stato qualitativo delle matrici ambientali

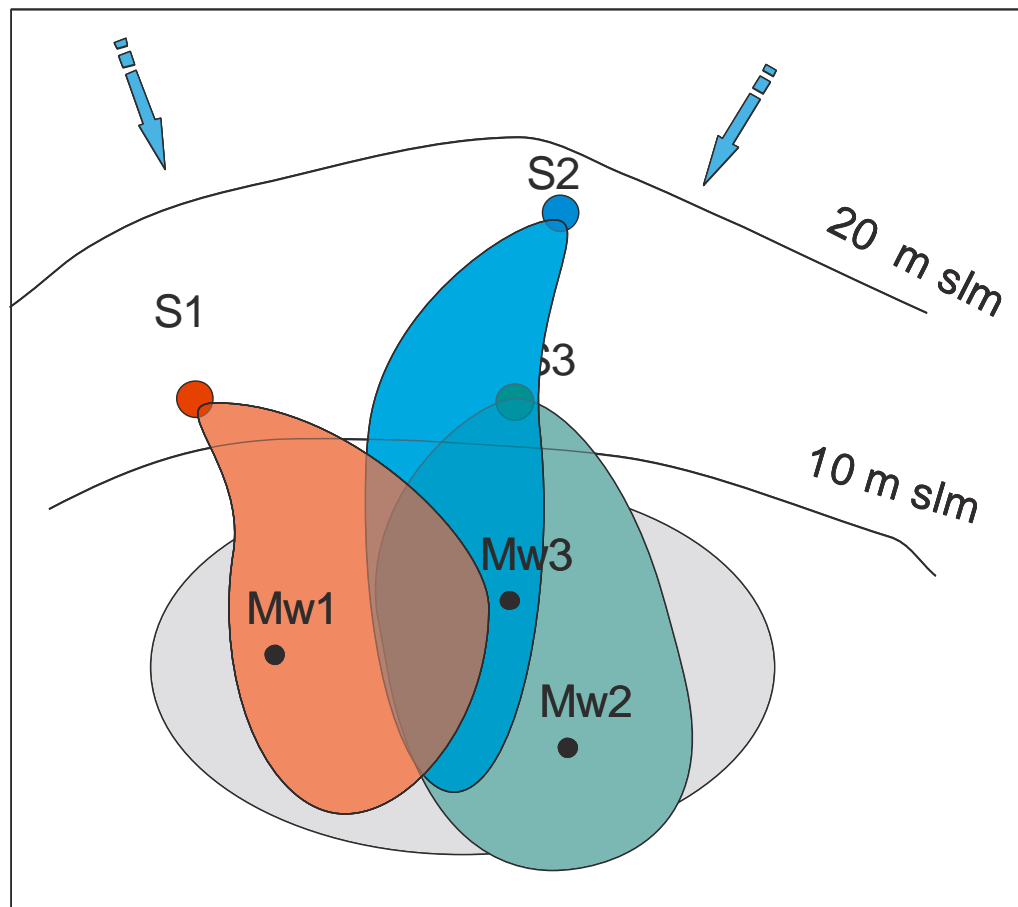
Diffuso



Puntuale



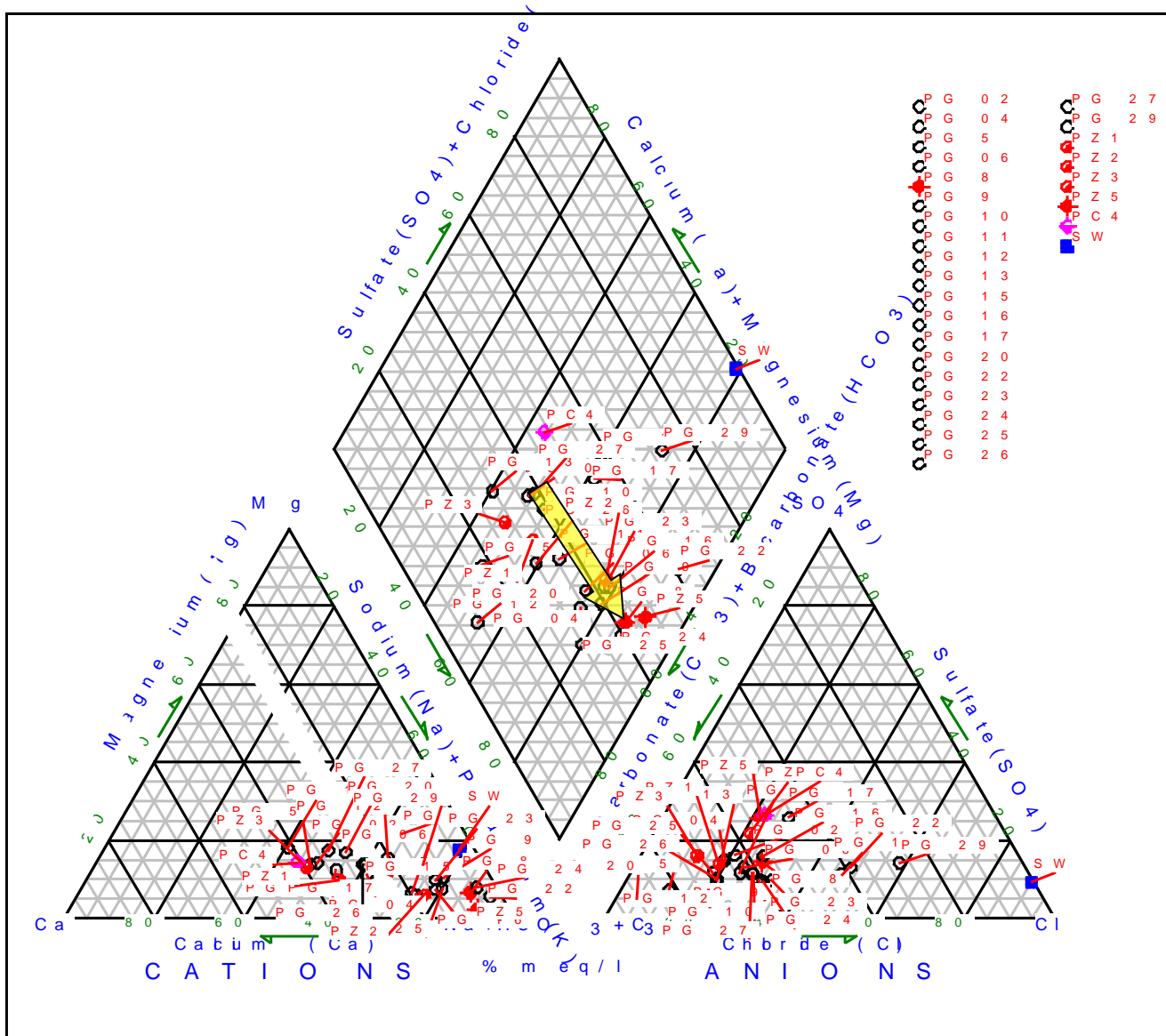
Modello concettuale e inquinamento diffuso



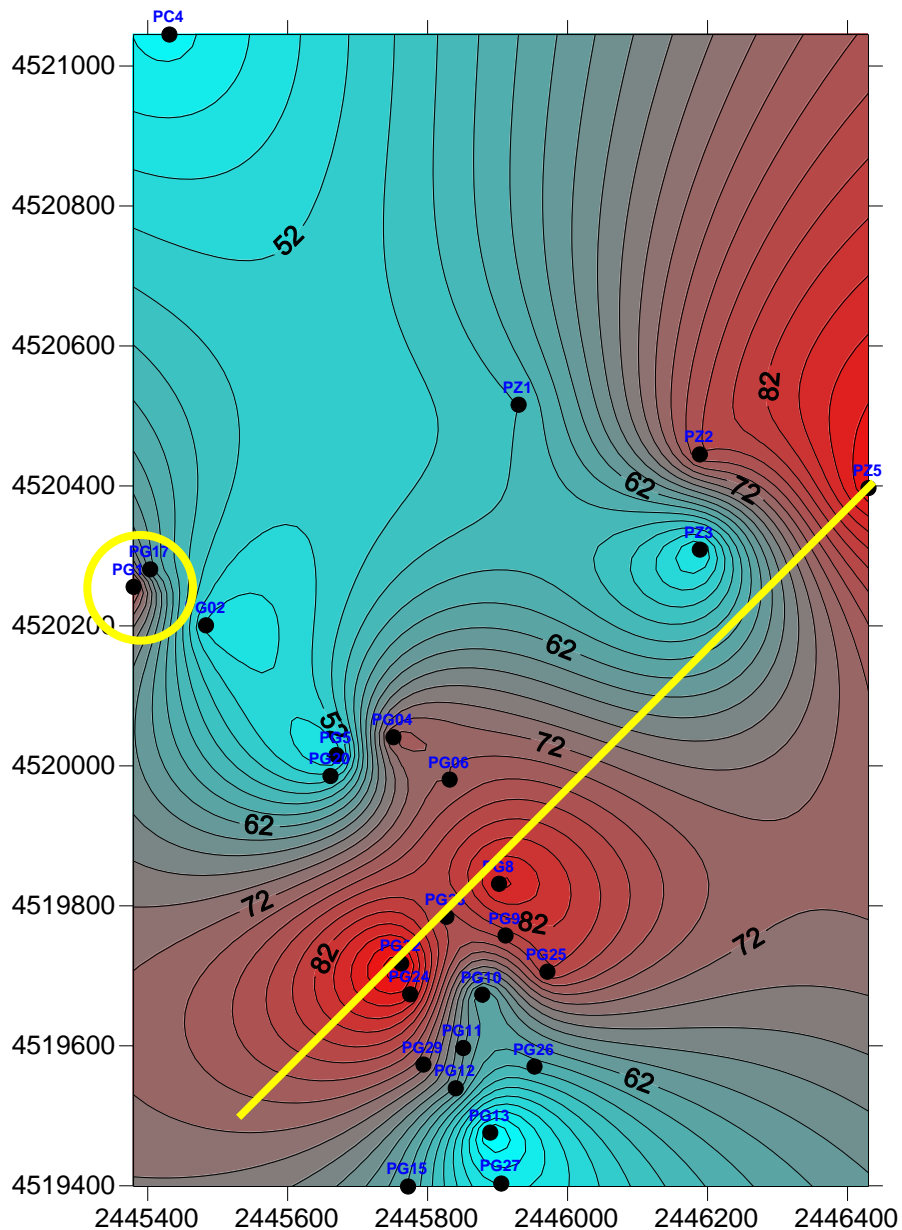
Che cosa serve per un modello concettuale affidabile

Con riferimento alla falda, in situazioni complesse l'identificazione delle sorgenti puntuali di contaminazione e dei fattori che controllano il "transport and fate" dei contaminanti (cioè il modello concettuale) richiede strumenti conoscitivi (dati e tecniche) più sofisticati che integrano l'ambito idrogeologico classico quali ad esempio aspetti di natura idrochimica, isotopica, geofisica, geostatistica.

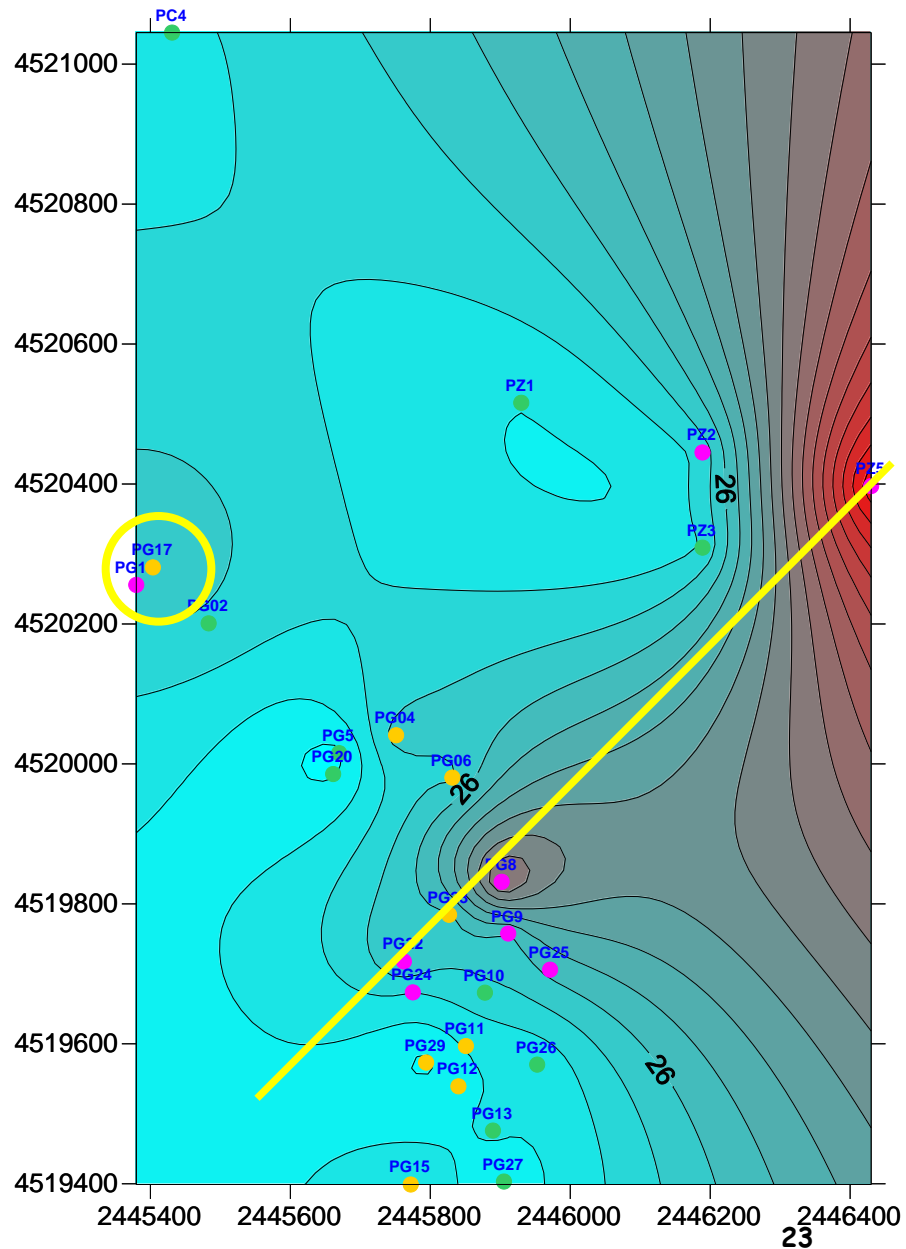
Ad esempio, nella valutazione del fondo di metalli e metalloidi nelle acque, è necessario avere un quadro chiaro del chimismo delle acque di falda (facies geochemica)



Facies

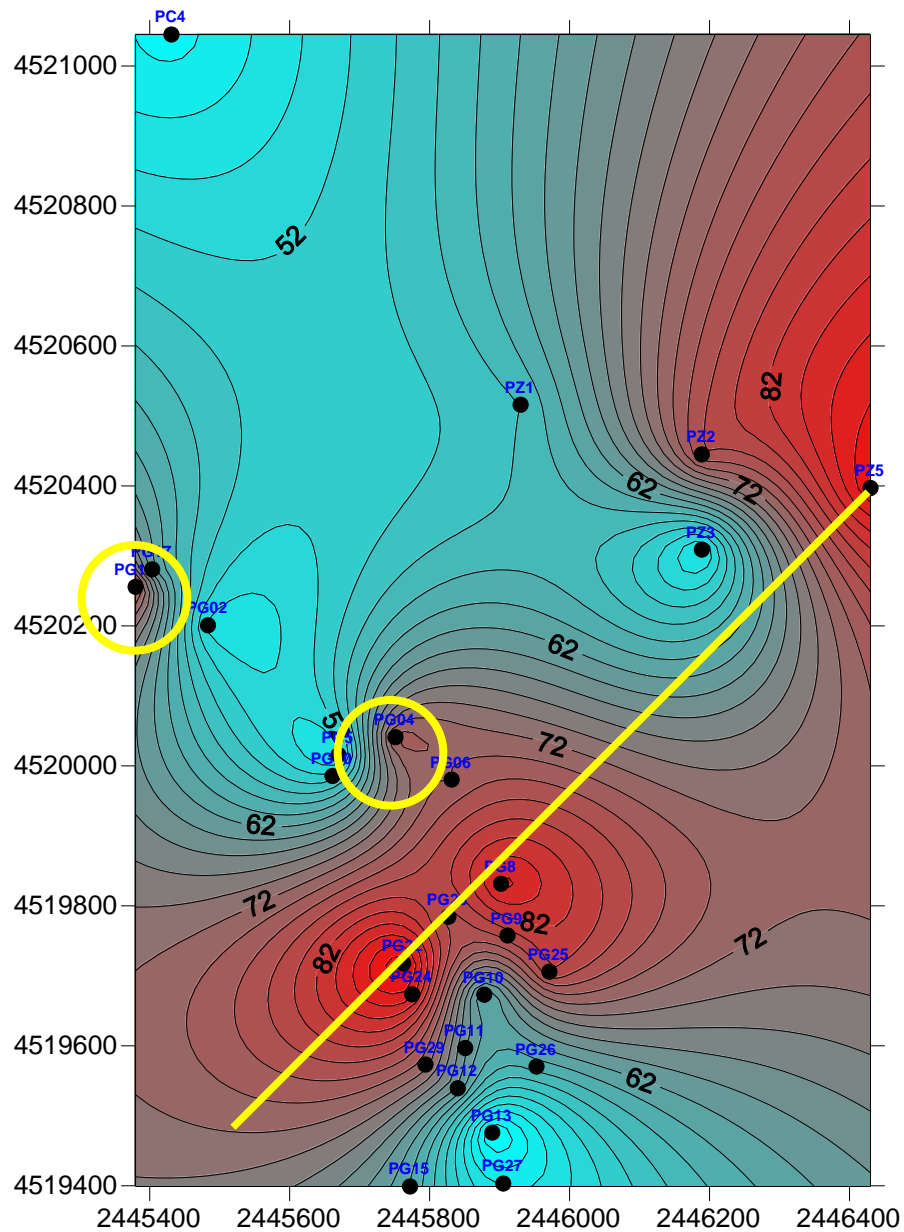


Temperatura

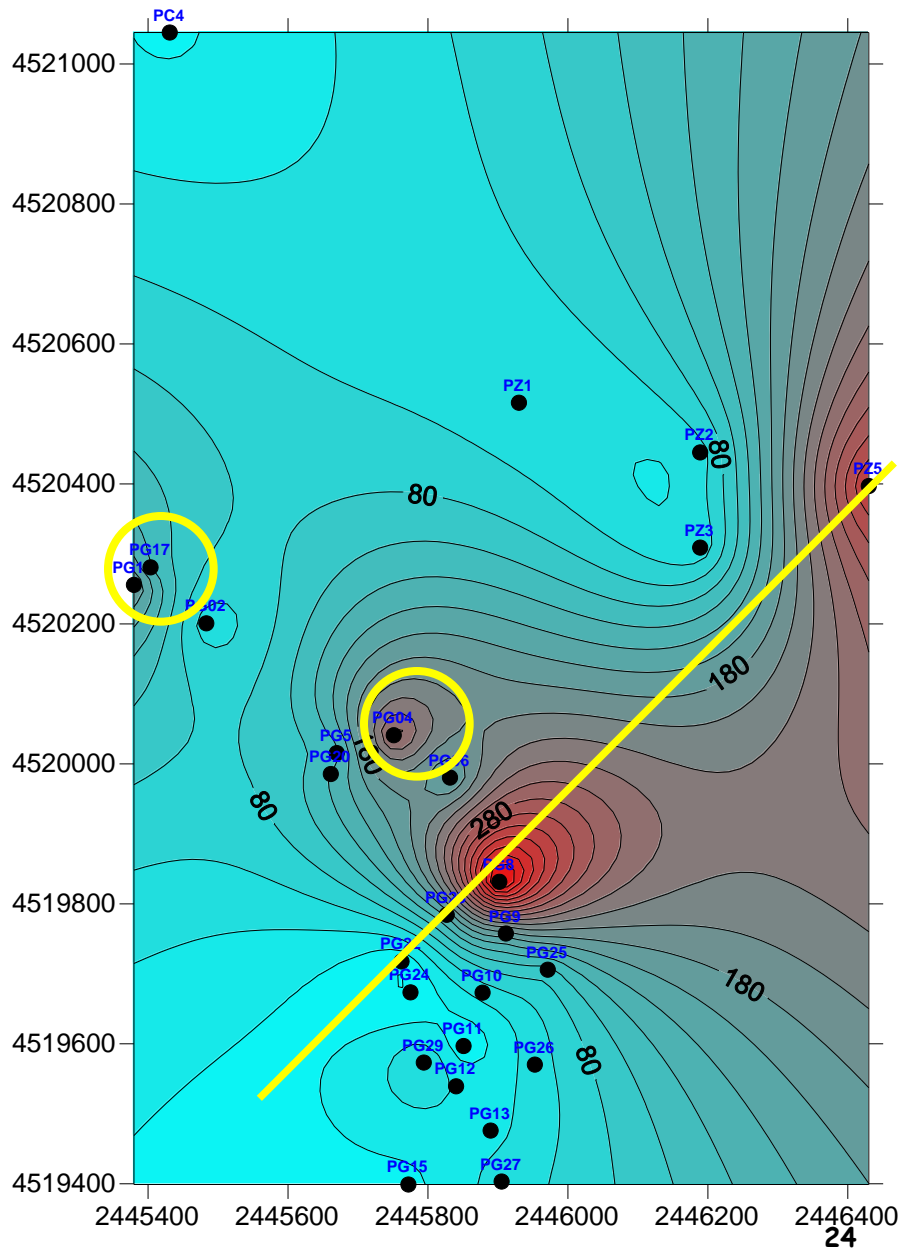


idrochimica

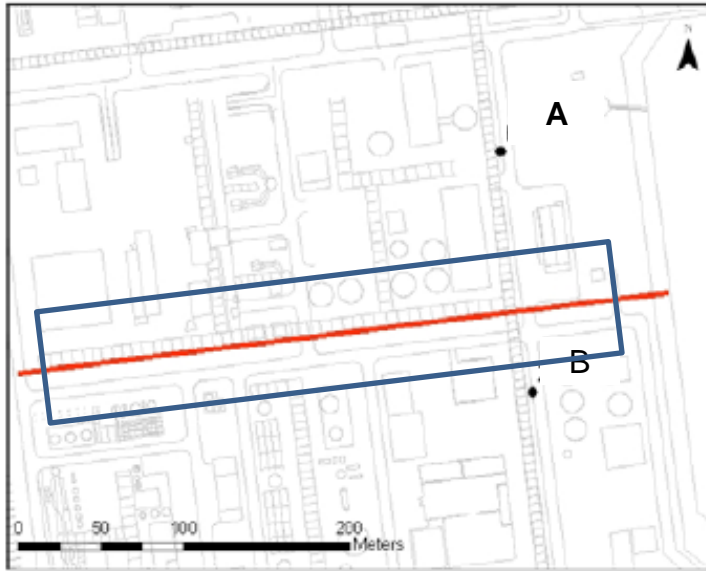
Facies



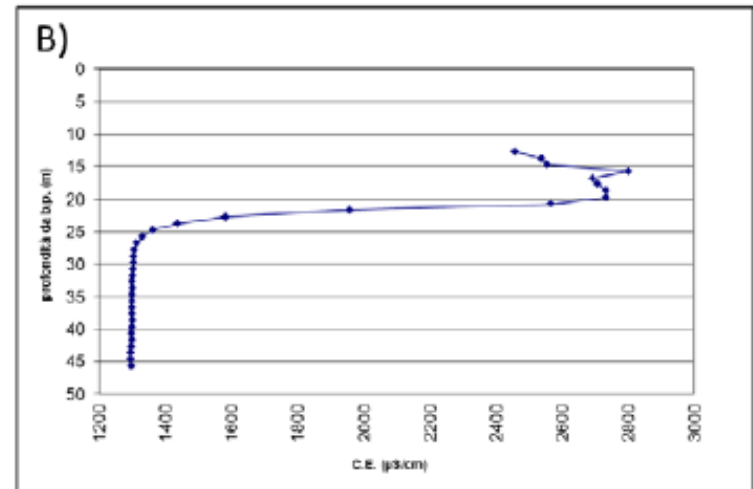
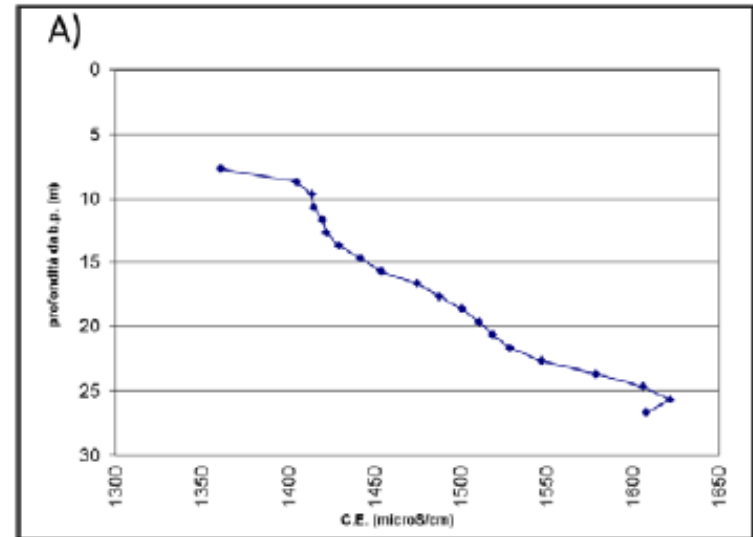
As



In altri casi la geofisica può dare indicazioni sulle modalità di ricarica della falda (che potenzialmente possono introdurre contaminanti)



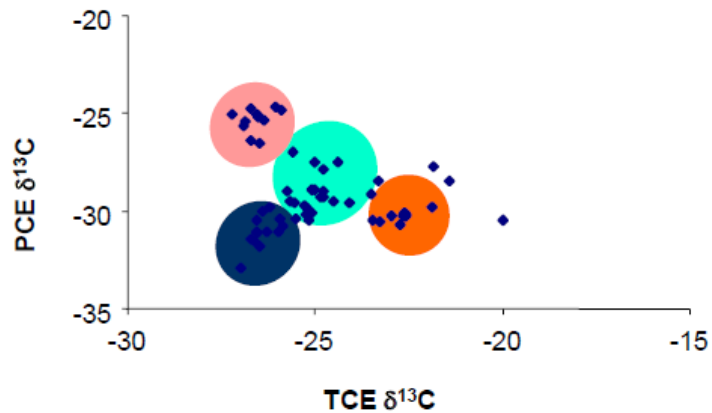
Questi strumenti sono anche utili nella costruzione di un modello idrogeologico quantitativo



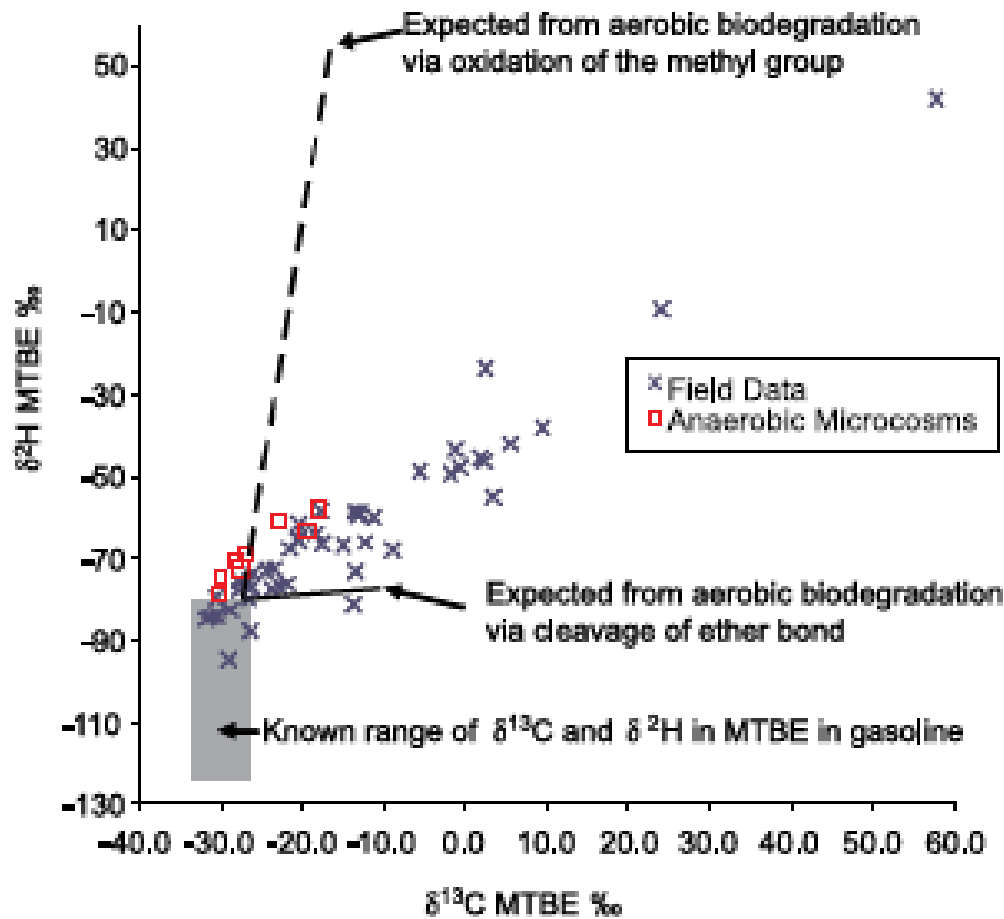
Nel caso delle sostanze organiche in falda (composti alogenati, idrocarburi aromatici, alcool, aldeidi) le tecniche isotopiche avanzate es. (CSIA Compound specific isotope analysis) basate sulle abbondanze isotopiche di $\delta^2\text{H}$, $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{15}\text{N}$ e $\delta^{37}\text{Cl}$ possono contribuire alla individuazione delle **sorgenti puntuali** e dei **processi di trasporto e degradazione** dei composti anche se presenti in concentrazioni piuttosto basse



Isotope fingerprinting of TCE and PCE plumes

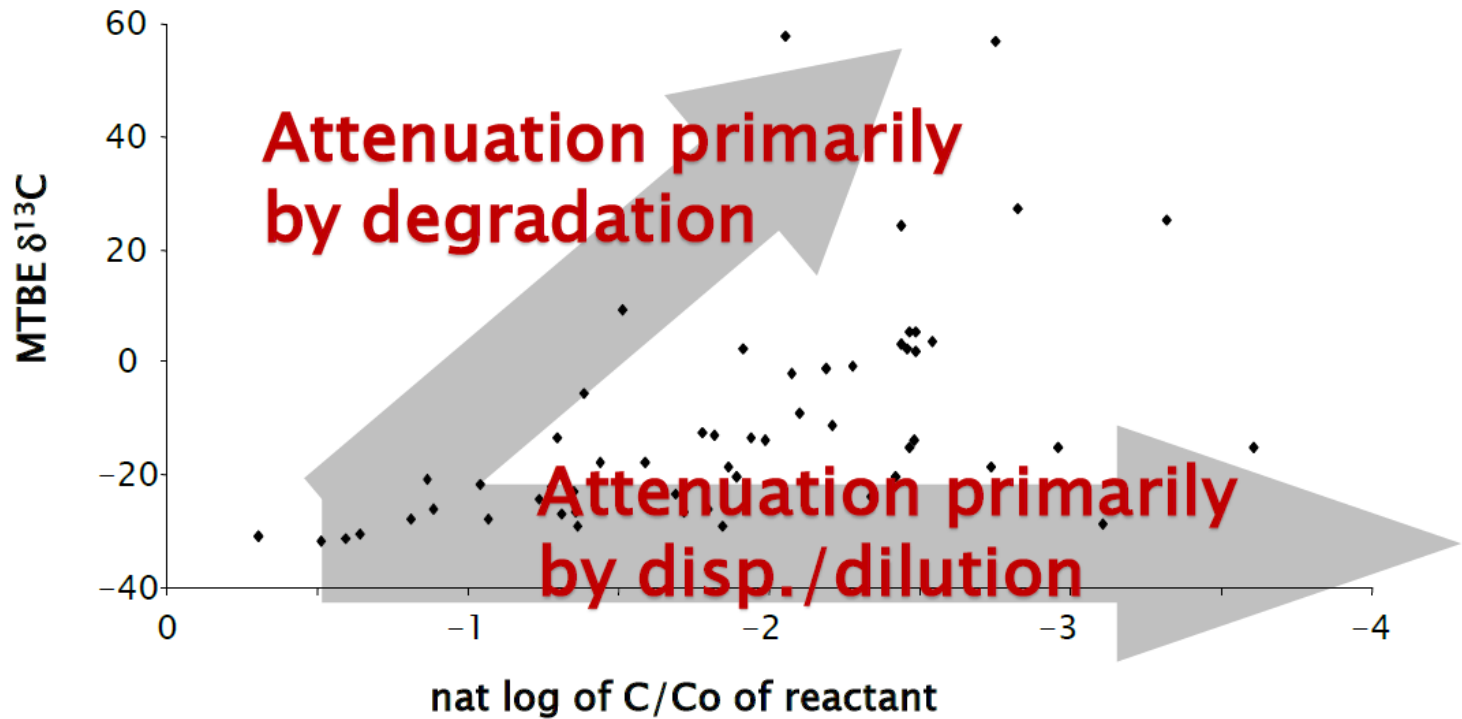


sorgenti



I dati di campo suggeriscono che MTBE è soggetto a processi di biodegradazione anaerobici. Ciò consente di stimare meglio il tasso di biodegradazione del composto.

Trasporto & destino

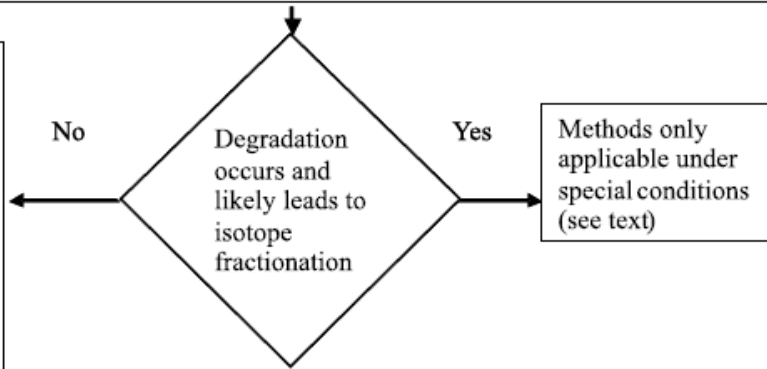


Development of a conceptual model based on:

- geological and hydrogeological data
- hydrological data such as water table elevations
- historical data on concentrations of contaminants
- results of initial sampling events providing information on:
 - potential location of sources and their relation to plumes
 - occurrence of degradation or transformation products

Development of a conceptual model based on:

Sample at least three locations in each presumed plume or discrete flowpath for CSIA, then carry out statistical tests to evaluate similarities between samples.



RESULT

There are no significant differences in the isotope ratio between different locations.

The samples partition into distinct groups each having a different isotope ratio, and the groups correspond to different plumes or discrete flow paths.

The samples partition into distinct groups that are in conflict with the conceptual model.

Most of the samples are significantly different from each other.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Not possible to distinguish between a single source and multiple sources with the same isotope ratio. Consider CSIA for additional elements.

The different plumes or discrete flow paths most likely originate from different sources.

Revise conceptual model. Examine all the data on water table elevations to determine if there are major variations in the direction of ground water flow. Consider the possibility of undiscovered sources.

Contaminant degradation may occur. Evaluate spatial characteristics of trends. Are trends consistent in the direction of ground water flow? There may be a large number of spill events.

Diagramma per l'identificazione delle sorgenti di contaminazione basato sull'analisi degli isotopi stabili

Warning! Stable isotope data may cause severe stomach upset if taken alone. Take it with a healthy dose of other hydrological, geological, and geochemical information, you will find stable isotope data very beneficial.

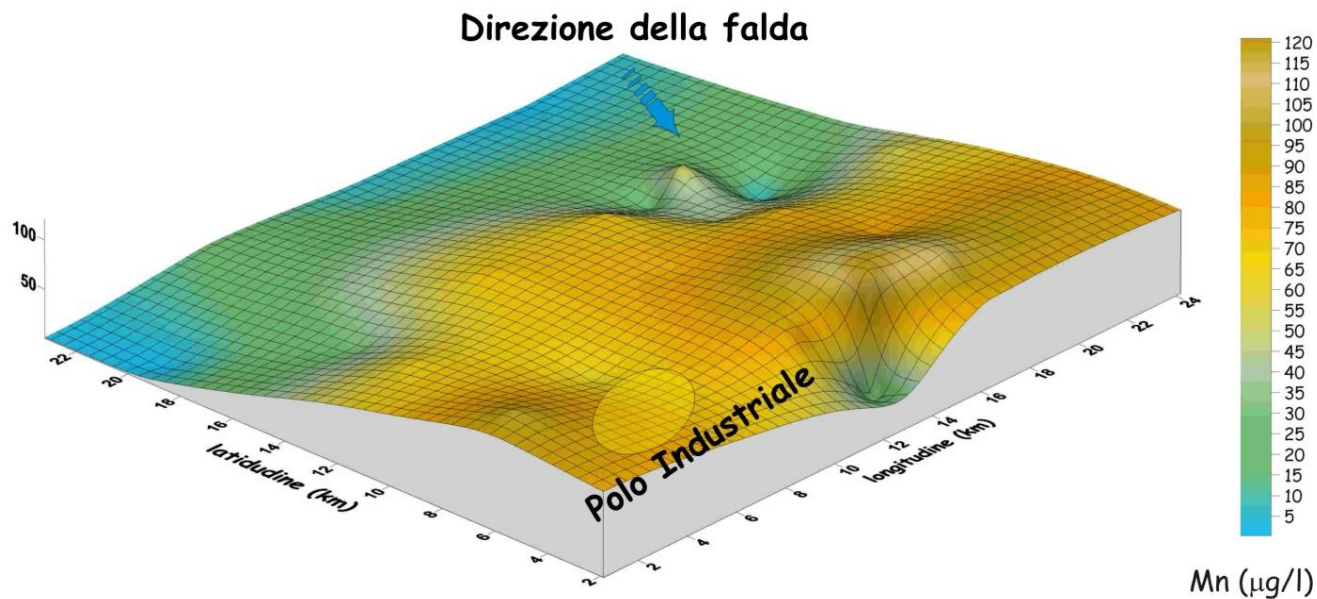
-Marvin O. Fretwell, 1983

Che cosa serve per un modello concettuale affidabile

Con la geostatistica recuperiamo e valorizziamo il dato spaziale. L'obiettivo del trattamento geostatistico dei dati è quello di quantificare il "continuo" spaziale a partire dai dati puntuali. Questo consente a sua volta di stimare il valore di una variabile spaziale nelle aree dove tale variabile non è stata misurata

Il fondo non più come numero, ma come distribuzione spaziale ottenuta dall'analisi geostatistica.

In questo modo non diventa solo la "nuova CSC" ma un indicatore di processi naturali (fondo naturale) o antropici (fondo antropizzato) che insistono sulla porzione di territorio indagato.





Per suonare una buona partitura di caratterizzazione e bonifica ci vogliono dati buoni e completi (i musicisti) ben integrati, organizzati e coerenti ad un modello concettuale (il direttore di orchestra).

Conclusioni

Multidisciplinarietà - confronto con altri specialisti

Aggiornamento professionale - analisi di casi di studio affrontati da altri

Visione "laterale" - collegamento dei dati numerici fra di loro e con i "dati non numerabili", seguire l'intuito



Grazie per l'attenzione!



Ogniqualevolta una teoria ti sembra essere l'unica possibile, prendilo come un segno che non hai capito né la teoria né il problema che si intendeva risolvere

(K. Popper)

maurizio.guerra@isprambiente.it



<http://www.isprambiente.gov.it>