



DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO DI SOSTANZE INORGANICHE NELLE ACQUE SOTTERRANEE

Nicoletta Calace, Maurizio Guerra

ISPRA



Indice

1. Inquadramento normativo
2. Le acque di falda
3. L'approccio BRIDGE
4. Il protocollo ISPRA



"Nec miror, si locus atque aer aquas inficit similesque regionibus reddit, per quas et ex quibus veniunt: pabuli sapor apparet in lacte, et vini vis existit in aceto. Nulla res est, quae non eius, quo nascitur notas reddat"

"E non mi meraviglio se il luogo e l'aria inquinano le acque e le rendono simili alle regioni che attraversano e da cui provengono: il latte conserva il sapore del pascolo e nell' aceto si ritrova il vigore del vino. Non c' è cosa alcuna che non porti impresso il marchio di ciò da cui nasce."

(Seneca, Naturales Quæstiones, liber III 21,2)

Inquadramento normativo



Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (DQA), Art 17: misure per il raggiungimento del **buono stato chimico** dei corpi idrici sotterranei

Direttiva 2006/118/CE “attua quanto previsto dall’art. 17 della DQA, All’ art. 3 si definisce lo stato chimico delle acque sulla base del confronto delle concentrazioni misurate con dei **valori di conformità, o valori soglia** (threshold values, VS)

L’all’II, parte A : per fissare i VS è necessario considerare *“le caratteristiche idrogeologiche, comprendenti informazioni sul **livello di fondo** e del bilancio idrico”*

Inquadramento normativo



Il Dlgs 152/06 e il recente DM 56 del 14 aprile 2009 in conformità con la DQA impone entro il 2015 il raggiungimento del buono stato ambientale dei corpi idrici sotterranei.

Il riferimento sono i VS, (fissati a livello nazionale su base ecotossicologica e, a scala sito specifica anche i Valori di fondo VF, quando $VF > VS$)

Inquadramento normativo



Nel DM 471/99 il fondo naturale è un obiettivo cui deve tendere la bonifica qualora si dimostri che nell'intorno non influenzato dalla contaminazione del sito i valori di concentrazione del fondo naturale per una data sostanza risultano superiori a quelli delle CLA.

Il D. Lgs 152/2006 (art. 240): ...nel caso in cui il sito potenzialmente contaminato sia ubicato in un'area interessata da fenomeni antropici o naturali che abbiano determinato il superamento di una o più concentrazioni soglia di contaminazione CSC, quest'ultime si assumono pari al valore di fondo esistente per tutti i parametri superati.



Inquadramento normativo

In entrambi in casi il concetto di fondo mostra degli elementi di criticità:

Nel DM 471/99 si parlava di fondo naturale laddove non sempre è chiaramente distinguibile da un fondo antropico

Nel D.Lgs. 152/99 si parla in genere di fenomeni antropici senza specificare la differenza fra eventi puntuali e contaminazione diffusa

Le acque di falda

Il chimismo delle acque di falda è il risultato di **processi naturali**:

- interazione acqua –roccia durante il percorso ricarica-emergenza
- processi correlati (mixing fra acquiferi, condizioni redox, interazione con gas (CO₂), particolati e aerosol);

L'interazione acqua-roccia dipende da molti fattori:

litologie interessate, caratteristiche del ciclo idrogeologico (es. tempi di residenza, modalità di ricarica, regime sismo –tettonico ecc.)

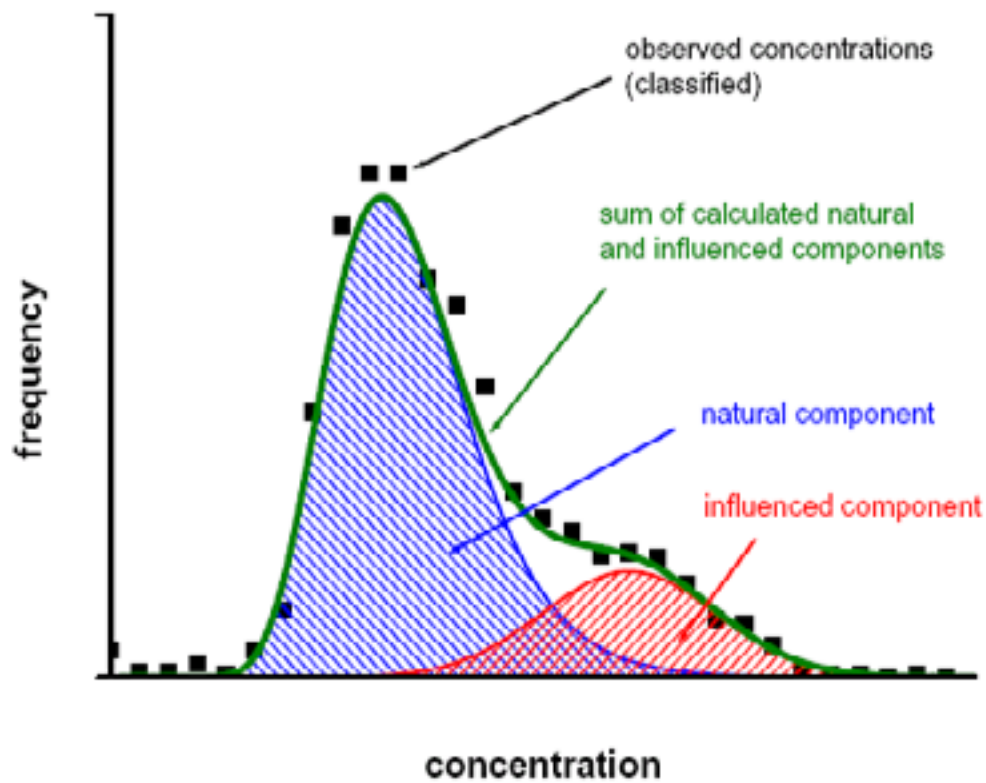


Le acque di falda

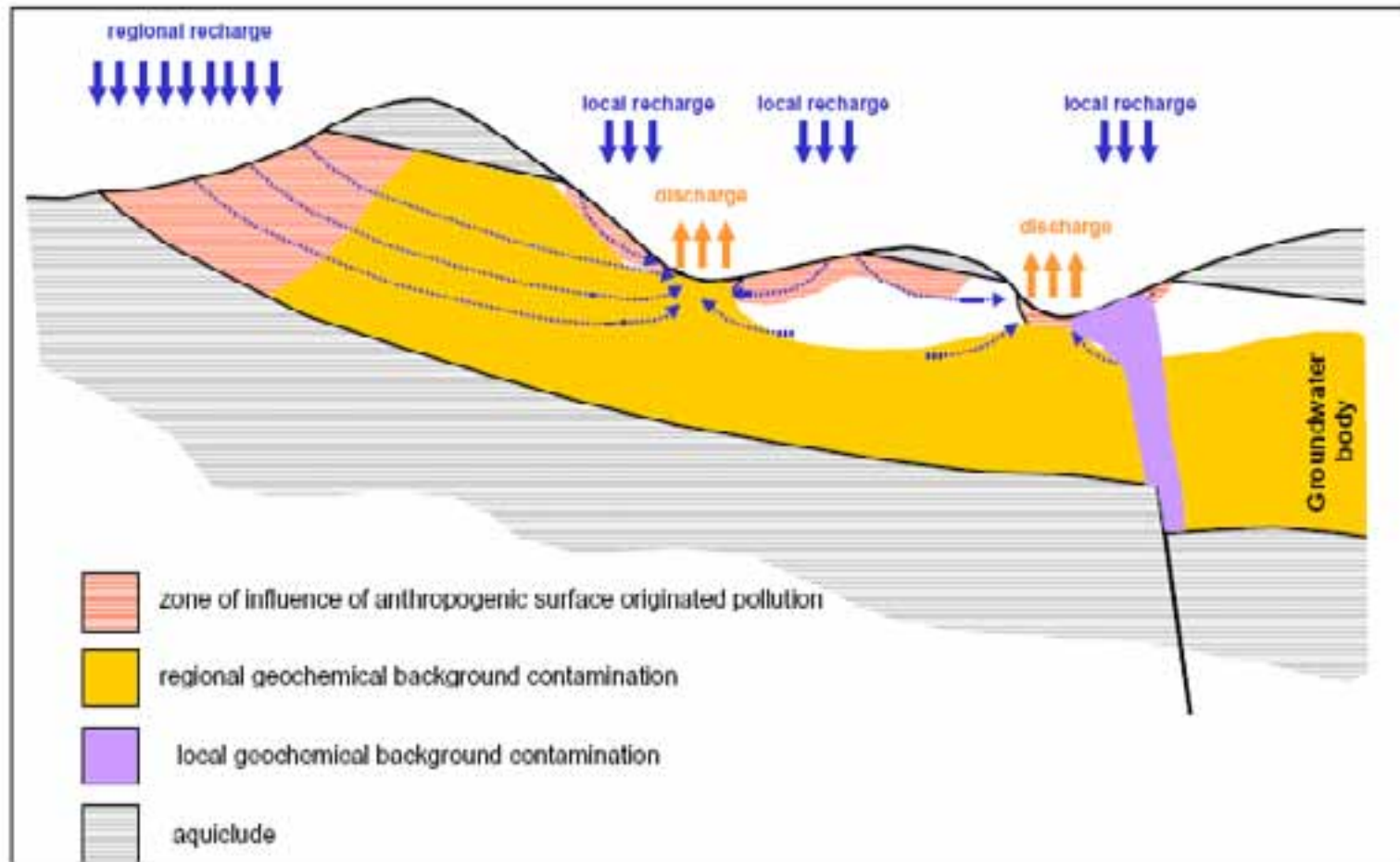
Contributo antropogenico:

- contaminazione diretta della falda
- contaminazione di altre matrici ambientali (es. terreni, aria, acque superficiali),
- alterazione delle condizioni chimico-fisiche ambientali (temperatura, ph, Eh)

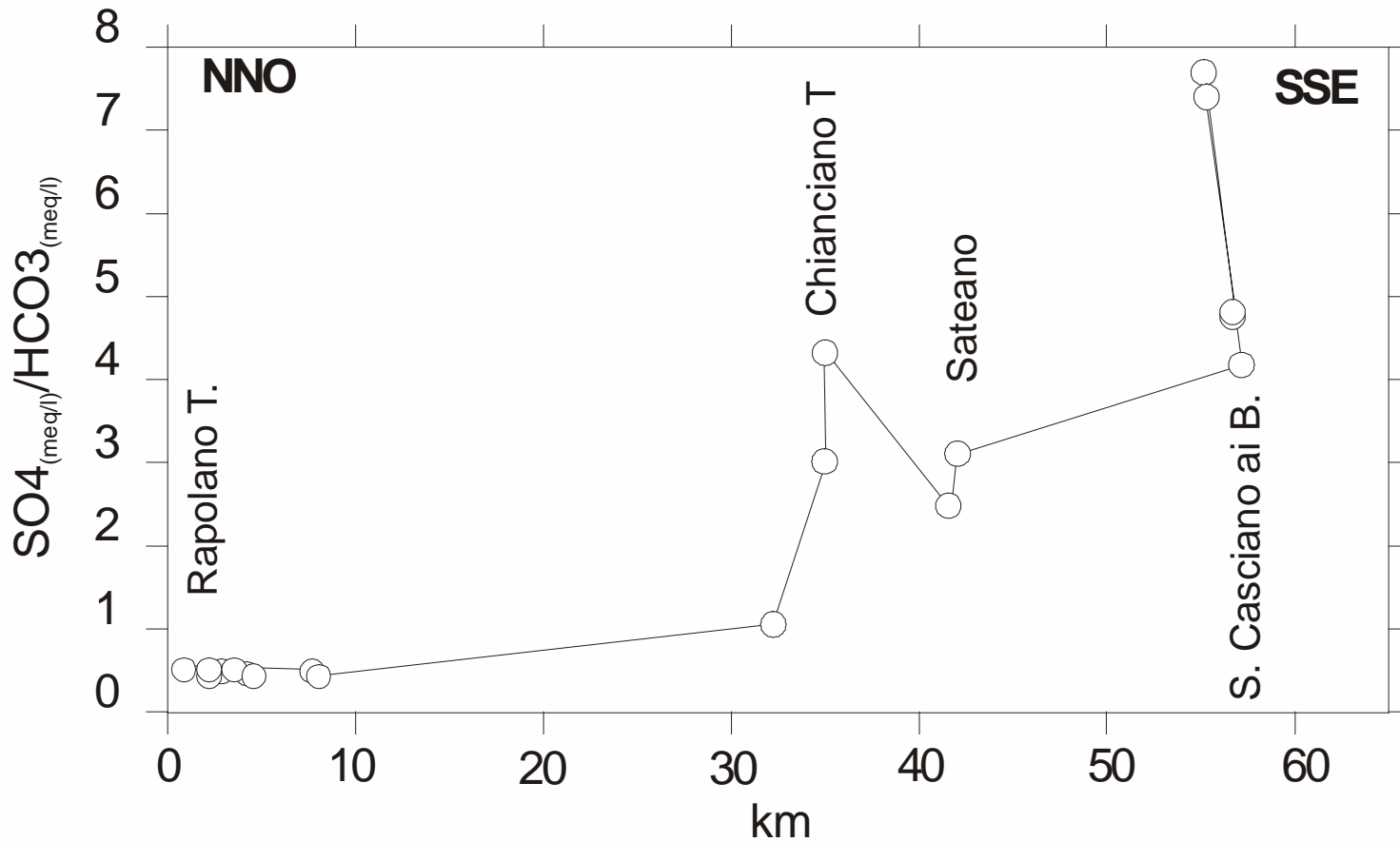
Le acque di falda



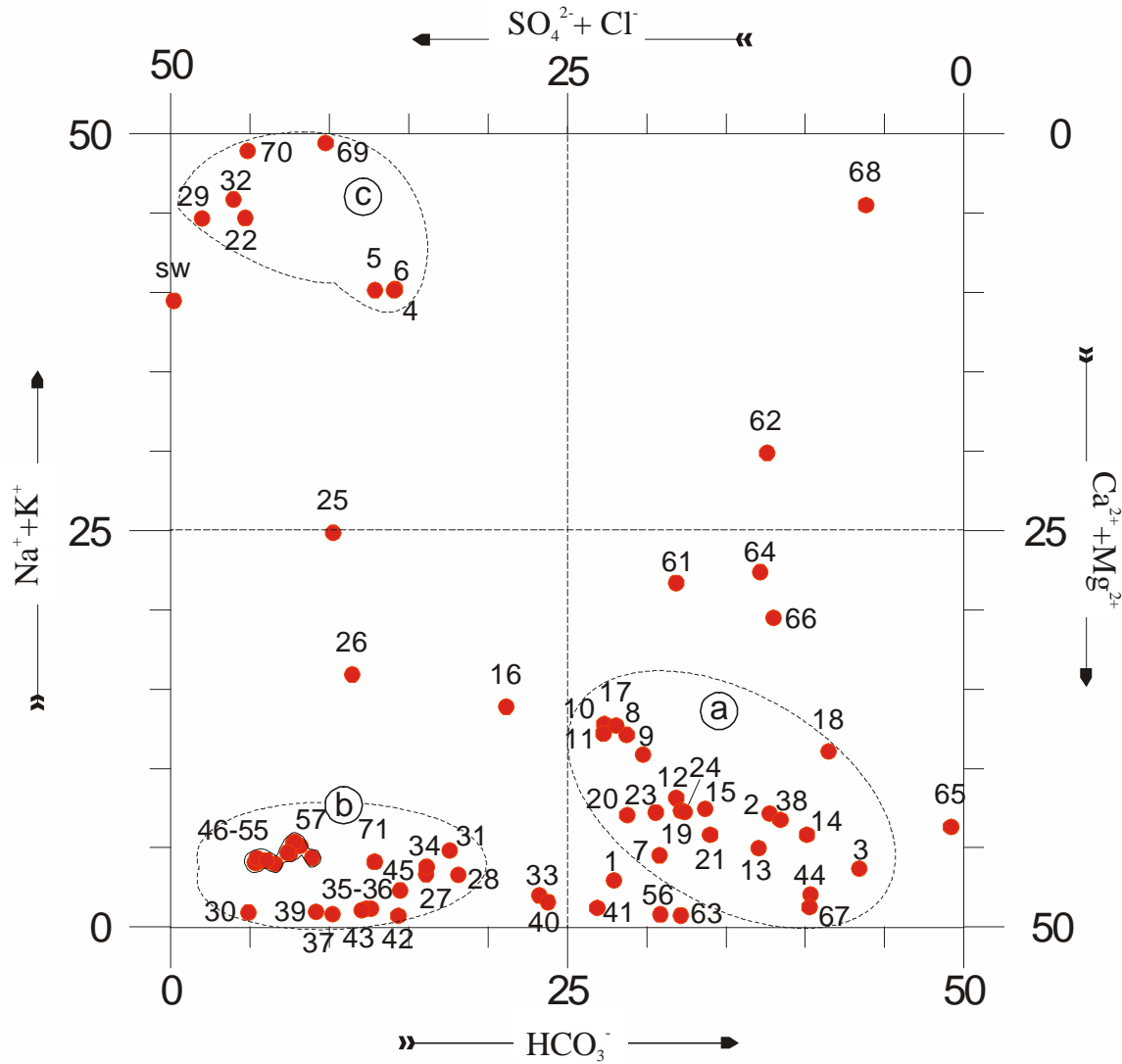
Le acque di falda



Le acque di falda



Le acque di falda



L'approccio BRIDGE



BRIDGE (Background cRiteria for the IDentification of Groundwater thrEsholds) è una ricerca sviluppata a livello europeo volta al supporto di atti di indirizzo politico e gestionale della risorsa acqua, nell'ambito delle Water Framework Directive (WFD) e della Groundwater Daughter Directive (GWDD). L'obiettivo di fondo è individuare e testare un metodo per derivare i valori soglia di determinati parametri nelle acque di falda.

L'approccio BRIDGE



Il BRIDGE ha proposto una metodologia di derivazione dei VF che può essere schematizzata come segue:

- *determinazione della tipologia dell'acquifero* sulla base di una tipizzazione idrogeochimica degli acquiferi europei operata tenendo in considerazione la litologia, il grado di intrusione salina, parametri idrodinamici, condizioni redox, contenuto di sostanza organica, ossidi e solfuri minerali, nonché l'età geologica.

identificazione dell'approccio da utilizzare sulla base della tipologia, dalla quantità e dalla affidabilità dei dati disponibili.

L'approccio BRIDGE



Nei casi in cui si ha un livello medio di conoscenza dei processi geochimici che interessano l'acquifero e sono disponibili dati relativi al monitoraggio delle acque sotterranee i VF possono essere:

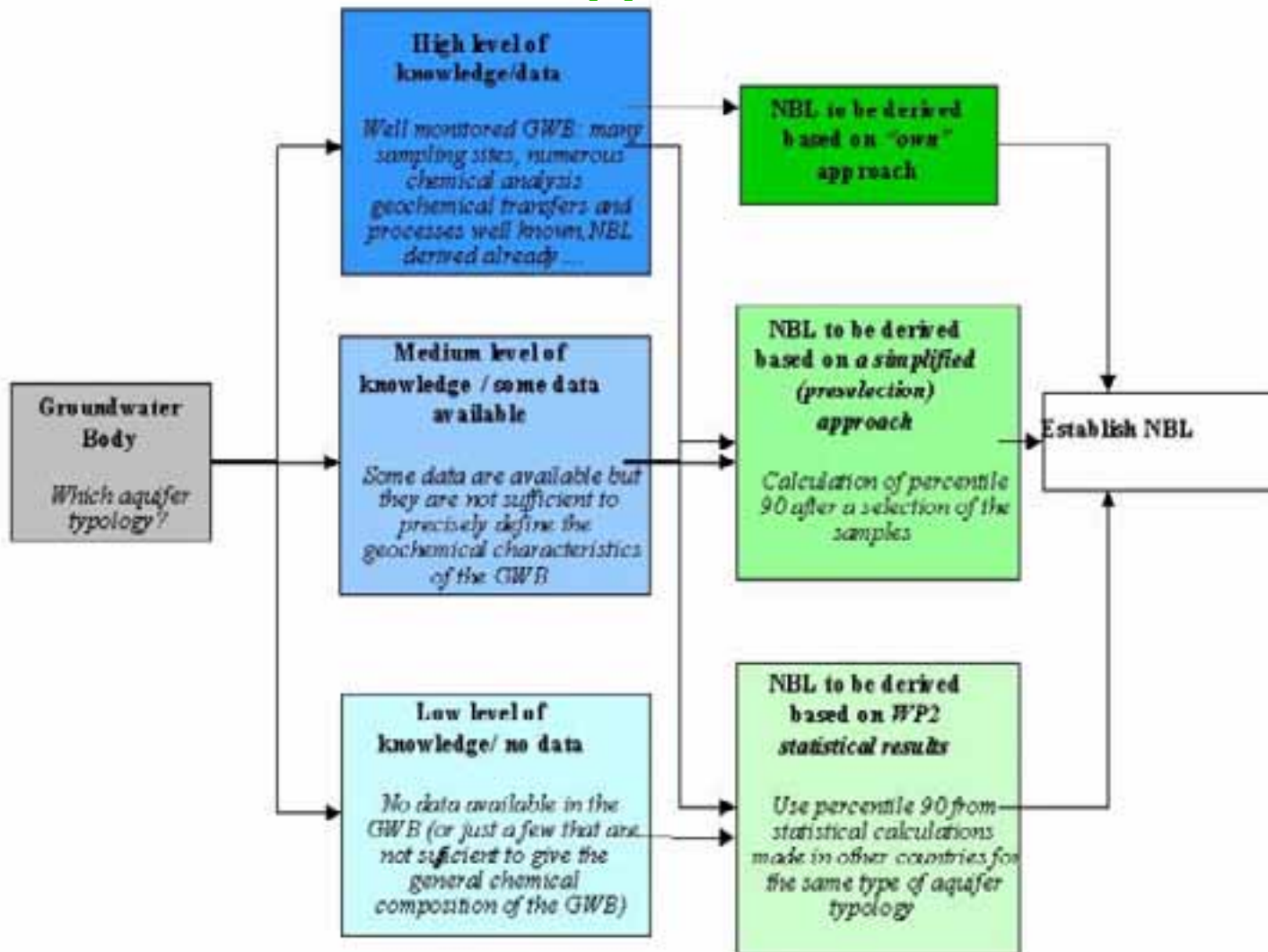
- stimati sulla base dei risultati di elaborazioni statistiche (uso del 90° percentile dei valori elaborati statisticamente in altri Paesi per acquiferi della stessa tipologia);
- derivati sulla base di un approccio semplificato (pre-selezione). La pre-selezione è basata sull'esclusione dei campioni che contengono indicatori di contaminazione antropica (ad es: nitrati, potassio, ammoniaca) al di sopra di un certo valore.

L'approccio BRIDGE



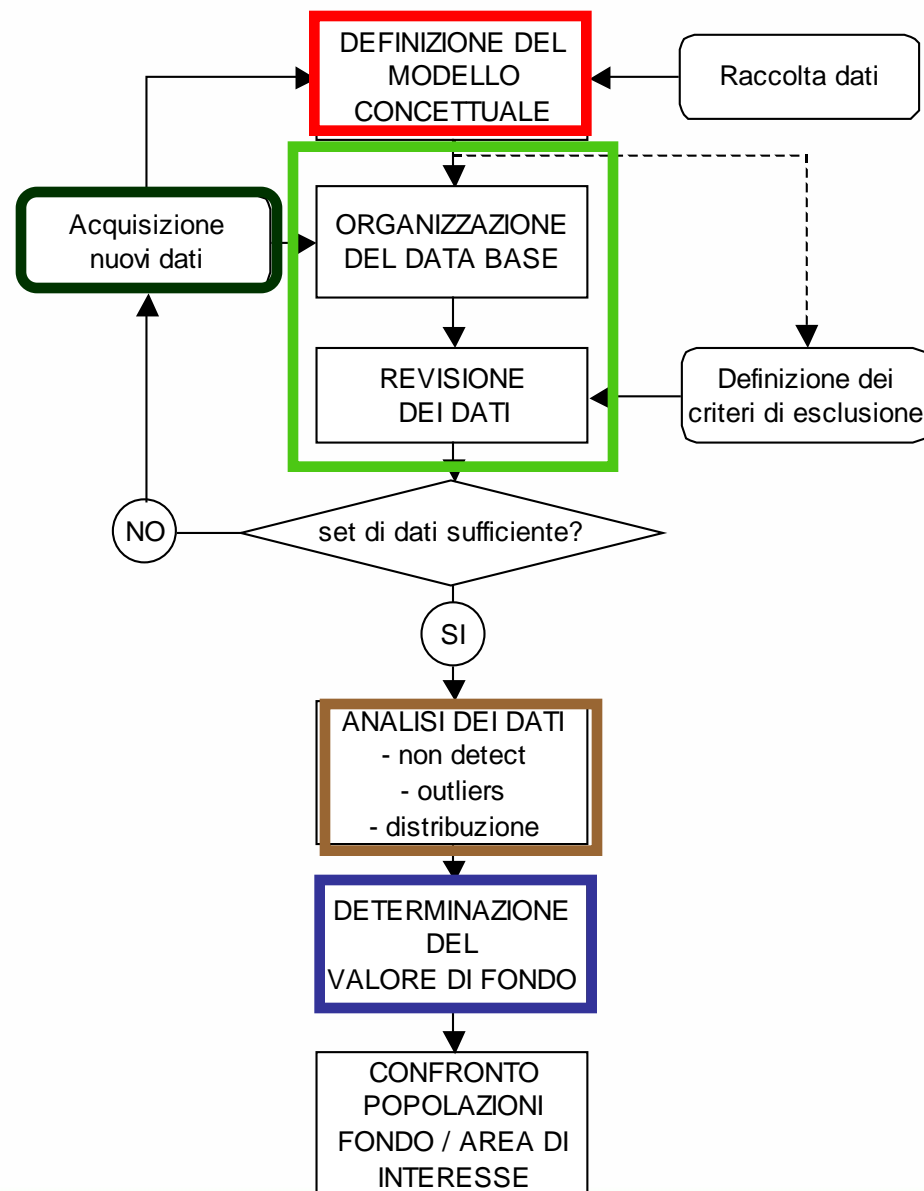
Ulteriori limitazioni sull'uso dei dati da utilizzare per la determinazione dei VF sono costituite dall'incompletezza di informazioni circa i punti di campionamento (es. profondità rappresentativa del campione) oppure quando gli stessi afferiscono a situazioni geologiche/geochimiche specifiche (es. presenza di sorgenti idrotermali, intrusioni saline, ecc.).

L'approccio BRIDGE



Il Protocollo ISPRA

1. Definizione del modello concettuale
2. Organizzazione della banca dati
3. Analisi dei dati
4. Determinazione del valore di fondo



Il Protocollo ISPRA

Definizione del modello concettuale

1. Raccolta dati
2. Ricostruzione dell'assetto geologico ed idrogeologico
3. Valutazione delle pressioni antropiche

Organizzazione della banca dati

1. Completezza del set di dati
2. Revisione e selezione dei dati raccolti
3. Pianificazione indagini ex novo

Analisi dei dati

1. Numerosità campionaria
2. Trattamento non-detect
3. Individuazione e trattamento degli outliers
4. Definizione della distribuzione dei dati

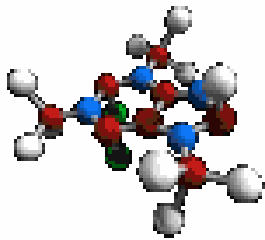
1. Completezza del set di dati

coordinate, tipologia punto monitoraggio (pozzo, piezometro, sorgente), ricostruzione stratigrafica, profondità del tratto filtrato;



profondità di campionamento, data di campionamento, metodo di campionamento, pretrattamento del campione conservazione e metodi di analisi per ciascun parametro;

dati chimico-fisici: temperatura, conducibilità elettrica, pH, Eh, ossigeno disciolto, solidi sospesi totali



§chimismo principale: contenuto in K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^-

§composti organici: indicatori di contaminazione dovuta a pressione antropica;

§parametri di interesse: sono i composti inorganici per i quali si vogliono determinare i valori di fondo nelle acque sotterranee.

2. Revisione e selezione dei dati raccolti

Dal set di dati preesistenti bisogna eliminare quelli relativi a campioni con:

$\text{NO}_3^- > 10 \text{ mg/l}$

bilancio ionico maggiore del 10%

$\text{NaCl} > 1 \text{ g/l}$ (aree costiere)



Il vincolo legato al contenuto in cloruro di sodio andrà valutato caso per caso in funzione delle interazioni anche naturali che il corpo idrico di interesse ha con sistemi esterni (es. prossimità alla linea di costa, risalita dei fluidi di origine profonda)

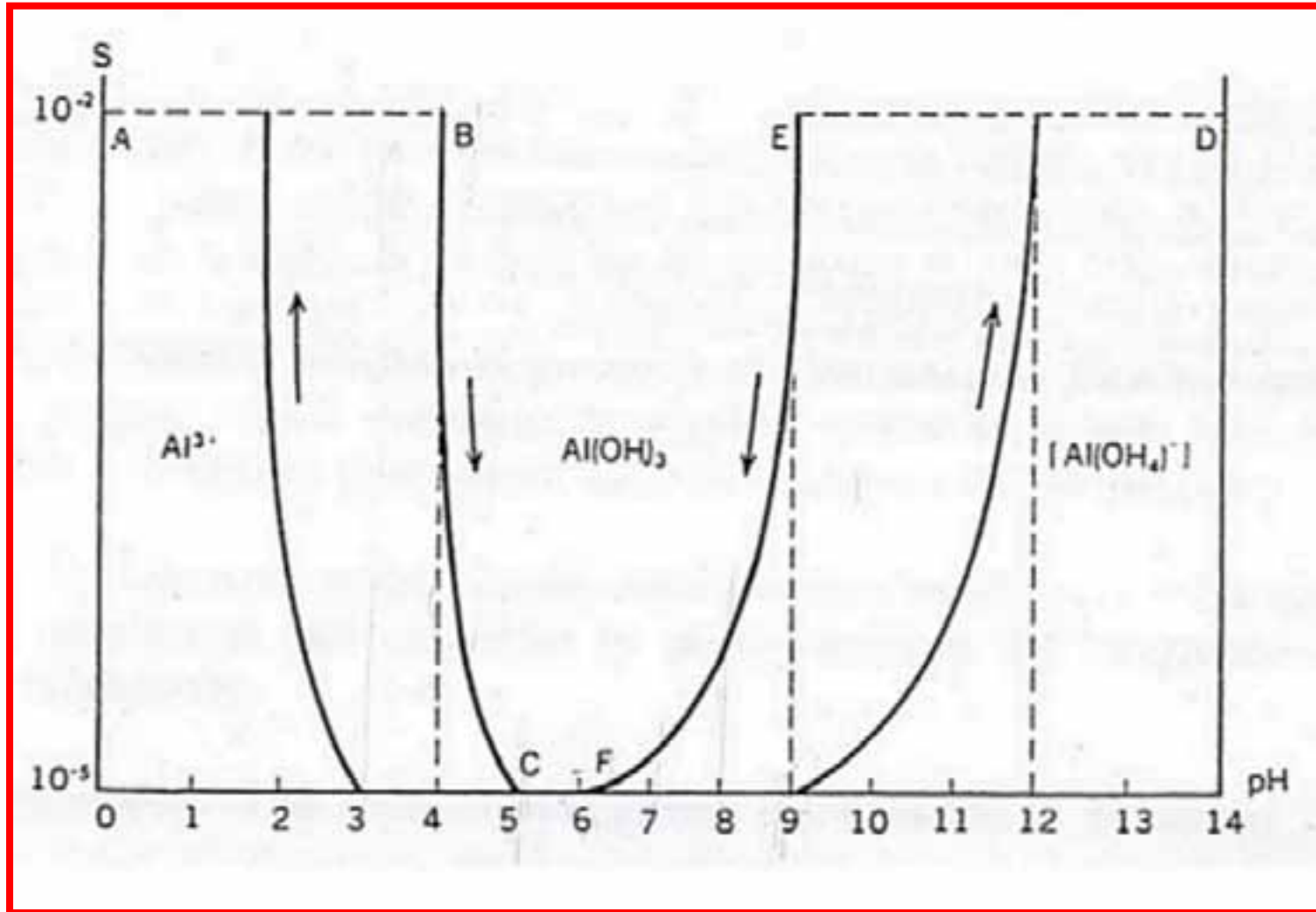
~~Dati preesistenti
non idonei alla elaborazione~~

3. Pianificazione indagini ex novo

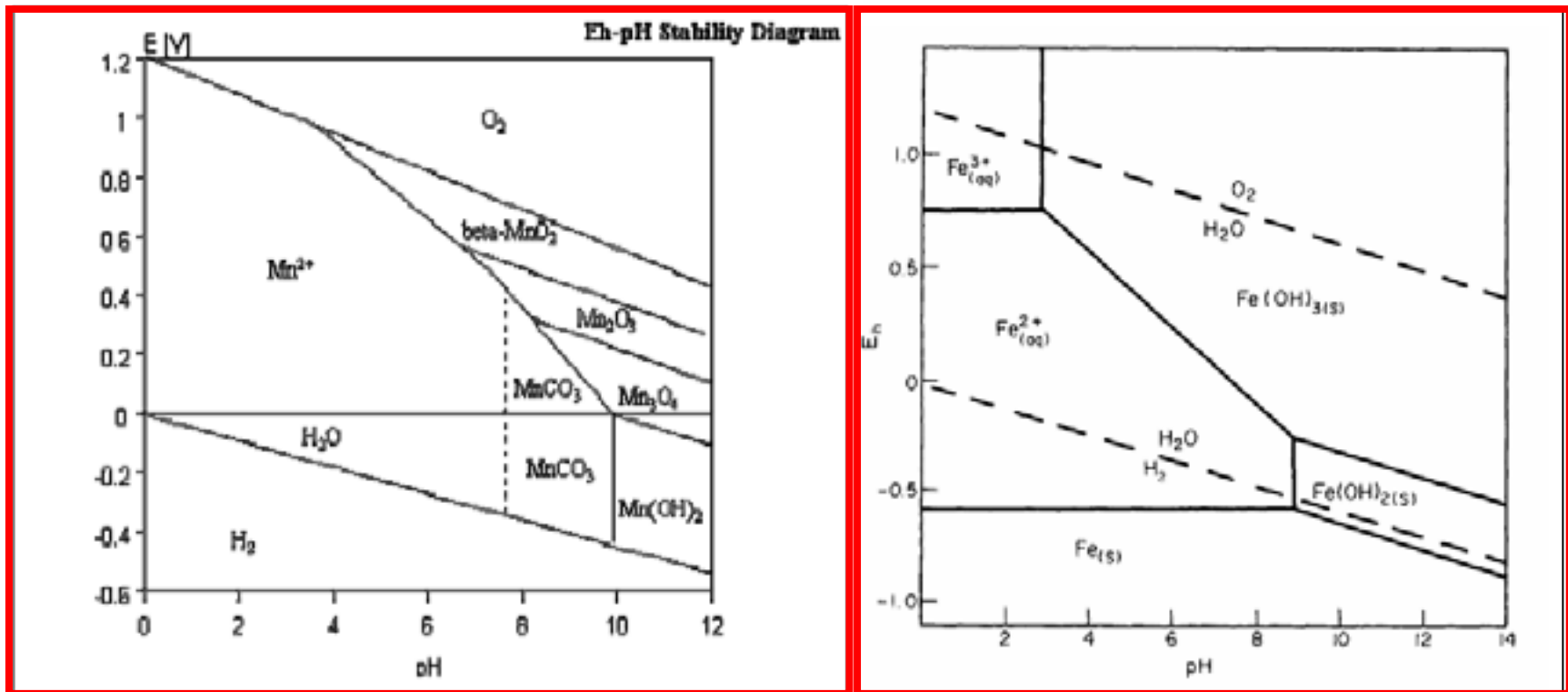
Andranno prodotte **TUTTE** le informazioni necessarie alla creazione di un set di dati idoneo

- 🚧 coordinate geografiche, profondità e spessore di acquifero campionato, data di campionamento e tecniche di pretrattamento del campione se operate in campo conservazione del campione
- 🚧 temperatura, potenziale redox, conducibilità elettrica, pH, ossigeno disciolto da effettuarsi in campo
- 🚧 ioni maggiori: sodio, potassio, calcio, magnesio, cloruri, solfati, nitrati, bicarbonati
- 🚧 contaminanti organici, scelti in funzione delle problematiche sito-specifiche
- 🚧 analiti di interesse (ad esempio metalli pesanti)

Solubilità dell'alluminio funzione del pH




Solubilità del ferro e del manganese funzione del potenziale redox



Analisi dei dati

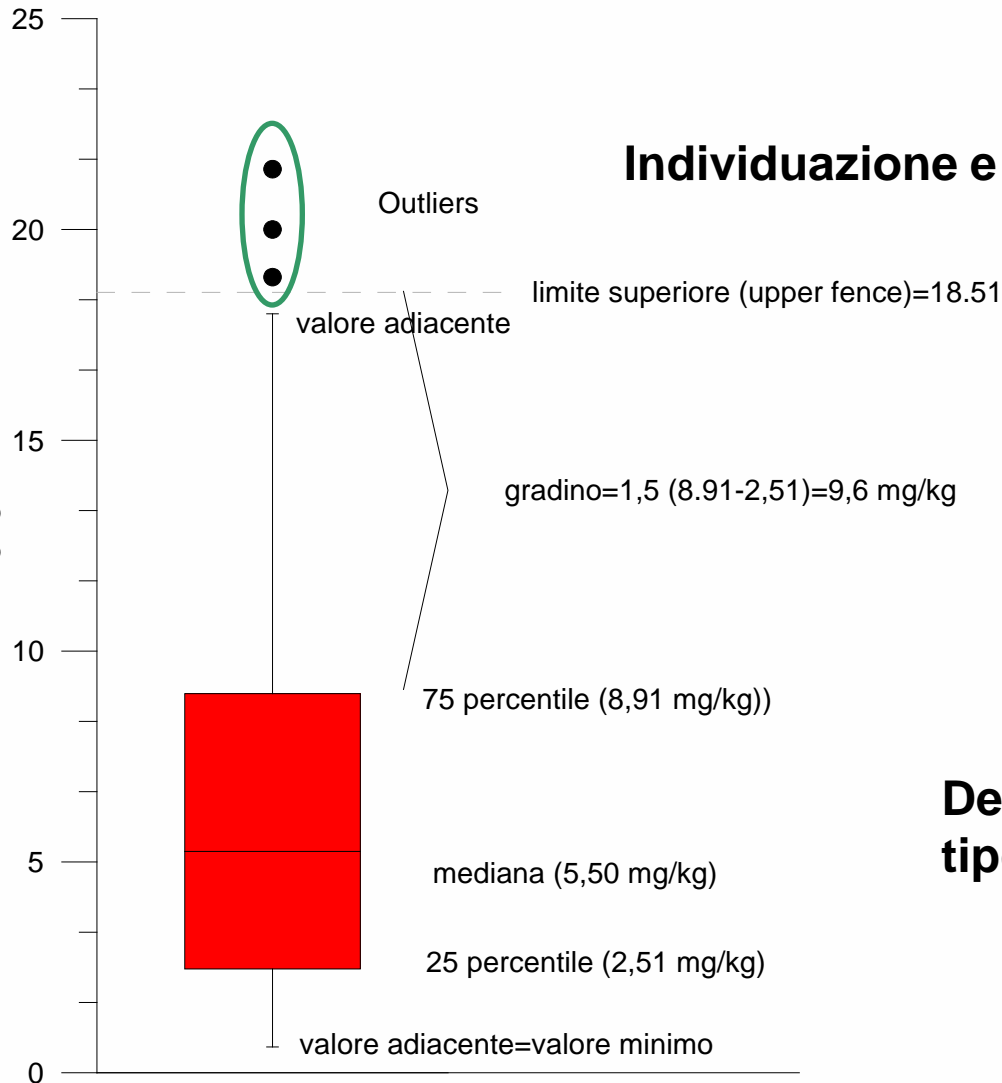
Numerosità campionaria

numero minimo di dati dipende ad es. dall'estensione del corpo idrico, dal tipo di distribuzione dei valori e dal livello di accettabilità dell'errore (definito a priori)  10 - 30

Trattamento non-detect

si propone di associare ai non detect un valore di concentrazione pari al corrispondente limite di rilevabilità del metodo; laddove siano presenti differenti limiti di rilevabilità per un singolo parametro si dovrà associare ai non detect il limite di rilevabilità più basso

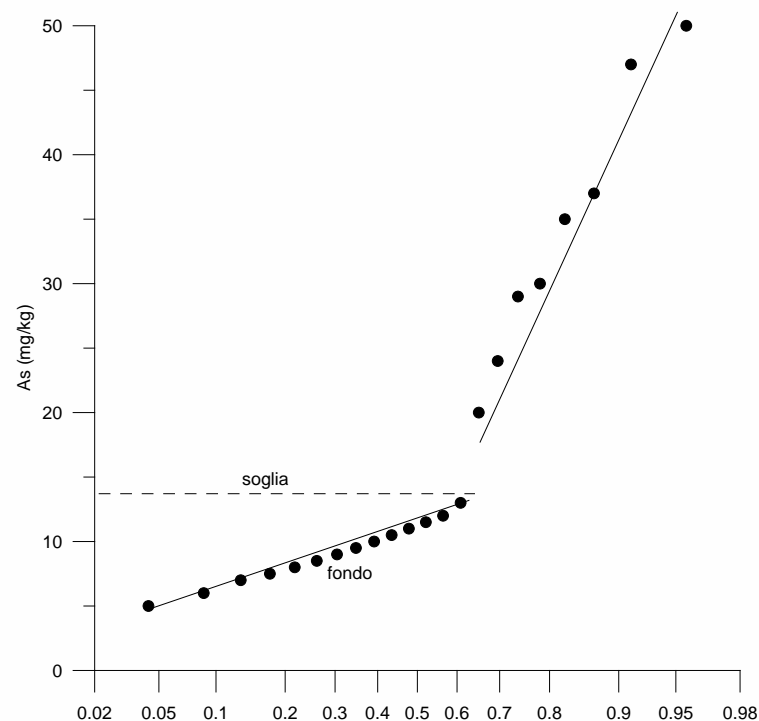
Individuazione e trattamento degli outliers



Tipo di distribuzione

Descrittori statistici in funzione del tipo di distribuzione

il valore di fondo potrà essere individuato, fra gli indicatori statistici, anche in funzione del tipo di distribuzione (es. media +2s, mediana, percentili) ovvero tramite l'individuazione di punti di discontinuità della curva cumulativa di frequenza



In analogia con il “Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli /metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale” (APAT-ISS, 2006) si propone, nel caso di valutazione basata sui percentili, di riferirsi al 95°.