

DETERMINAZIONE DEI VALORI DI FONDO DI METALLI E METALLOIDI NEI SUOLI

Michele Fratini

ISPRA

Indice

1. INTRODUZIONE
2. NORMATIVA
3. DEFINIZIONI
4. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI
5. IL PROTOCOLLO APAT – ISS
 - I. Raccolta e analisi dei dati esistenti
 - II. Integrazione dei dati
 - III. Costituzione del set di dati
 - IV. Analisi dei dati
 - V. Definizione del fondo
6. CONCLUSIONI
7. ESPERIENZE ITALIANE

INTRODUZIONE

- Conferenza di servizi decisoria marzo 2006 –Brindisi – è affidato ad ISS e APAT l’incarico di elaborare la metodologia per affrontare il problema del “fondo naturale” di Arsenico nell’area di Brindisi
- Il protocollo propone possibili opzioni per la definizione del fondo (metalli/metalloidi) e il confronto tra le concentrazioni di fondo e le concentrazioni di un sito specifico

NORMATIVA

D.Lgs 152/06 P. quarta T. V Bonifica di siti contaminati - ART. 240

*b) concentrazioni soglia di contaminazione (Csc): i livelli di contaminazione delle matrici ambientali che costituiscono valori al di sopra dei quali è necessaria la caratterizzazione del sito e l'analisi di rischio sito specifica, come individuati nell'Allegato 5 alla parte quarta del presente decreto. 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, queste ultime si assumono pari al **valore di fondo esistente** per tutti i parametri superati*

DM 471/99 Articolo 4

*Per ogni sostanza i valori di concentrazione da raggiungere con gli interventi di bonifica e ripristino ambientale sono tuttavia riferiti ai **valori del fondo naturale** nei casi in cui, applicando le procedure di cui all'Allegato 2, sia dimostrato che nell'intorno non influenzato dalla contaminazione del sito i valori di concentrazione del fondo naturale per la stessa sostanza risultano superiori a quelli indicati nell'Allegato 3*

DEFINIZIONI

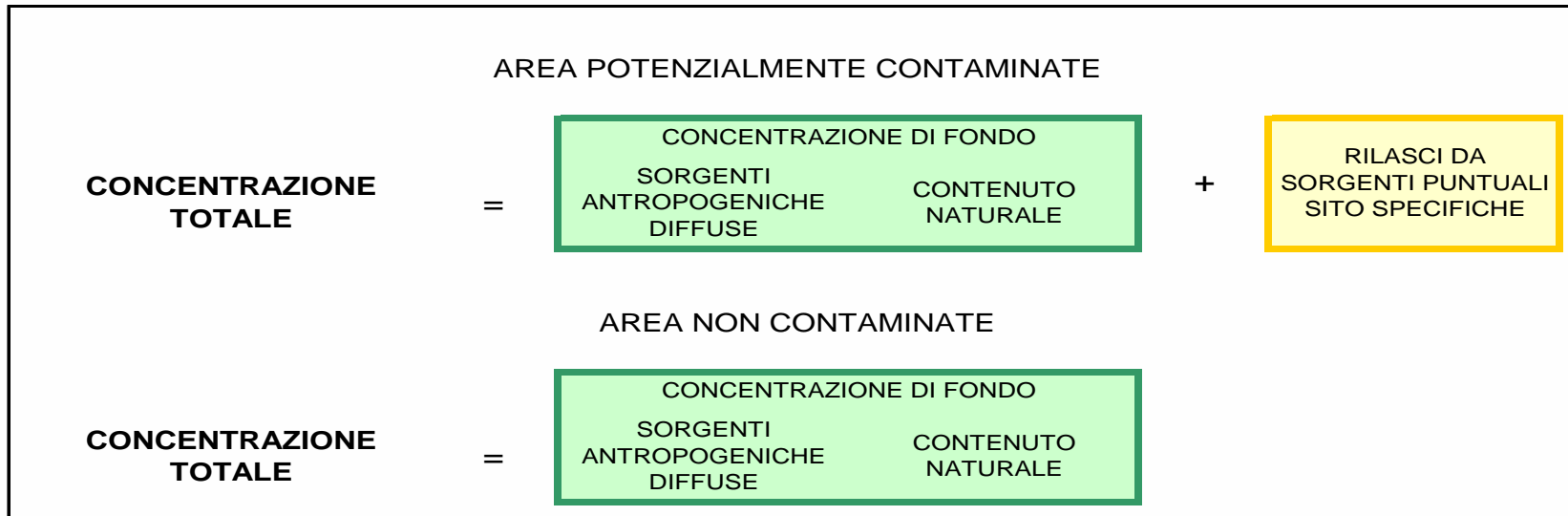
ISO 19258 Soil quality -- Guidance on the determination of background values

- Concentrazione di fondo (*Background content*): concentrazione di una sostanza nel suolo derivante dai processi geologici e pedologici comprendente anche l'apporto di sorgenti diffuse
- Valore di fondo (*Background value*) : caratteristiche statistiche del *background content*
- Contenuto pedo-geochimico (*Pedo-geochemical content*): contenuto di una determinata sostanze nel suolo, risultante da processi naturali geologici e pedologici, senza alcuna interferenza di origine antropica
- Valori di fondo pedo-geochimico (*Pedo-geochemical background value*): caratteristiche statistiche del contenuto pedo-geochimico di una determinata sostanza nei suoli

DEFINIZIONI

PROTOCOLLO APAT-ISS

Valore di fondo: **distribuzione delle concentrazioni di metalli e metalloidi la cui presenza nei terreni, non è riconducibile ad alcuna sorgente puntuale e/o specifica attiva, nel presente o in passato, sull'area di interesse**



RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- ISO 19258, 2005. non indica un unico descrittore - raccomanda l'utilizzo dei percentili per rappresentare la distribuzione delle concentrazioni (10 ° , 25 ° , 50 ° , 75 ° e 90 ° percentile)
- Forum of the European Geological Surveys Directors (FOREGS)- Geochemical Atlas of Europe, 1998. non viene riportato un unico valore rappresentativo del fondo geochimico. Le conclusioni dello studio riportano, per ciascun parametro analizzato, i valori Minimo, Massimo, Mediana, Media, Deviazione Standard, 90 Percentile
- USEPA, 2002. non fornisce criteri per la determinazione di valori di fondo di un'area ma rappresenta una guida per effettuare il confronto tra i valori di background e quelli dei siti nazionali, in funzione di obiettivi specifici. US-EPA ProUCL versione 4.0
- Provincia di Milano, 2003. La determinazione dei valori di fondo segue due linee, in funzione della dimensione del sito
 - siti di estensione inferiore a 1.000 m² \bar{O} F= media + std
 - Per i siti di estensione maggiore di 1.000 m² \bar{O} confronto e/o curva di distribuzione cumulativa di frequenza (gap, variazione di pendenza)

IL PROTOCOLLO APAT - ISS

La procedura proposta prevede i seguenti passaggi:

- raccolta e analisi dei dati esistenti
- eventuale integrazione
- costituzione del set di dati
- elaborazione statistica
- determinazione del fondo
 - **METODO GEOCHIMICO**
 - Viene utilizzato quando è difficile identificare un'area "sicuramente non contaminata"
 - Prevede una approfondita comprensione dei processi geochimici
 - Utilizza metodi statistici per identificare il range di variazione dei parametri
 - **METODO DEL CONFRONTO**
 - Mediante l'applicazione di test statistici viene effettuato il confronto tra il set di dati di background (provenienti da un'area "non contaminata") e il set di dati del sito di interesse

IL PROTOCOLLO APAT - ISS

1) RACCOLTA E ANALISI DEI DATI ESISTENTI

Evitare inutili duplicazioni di informazioni
 Contenimento degli oneri economici
 Acquisizione delle informazioni di base per la predisposizione di indagini integrative

ASSETTO GEOLOGICO E GEOCHIMICO DELL'AREA

prima ricostruzione del modello geologico/geochimico - ricognizione delle diverse fonti di informazioni:

DOCUMENTO	INFORMAZIONI
Carta geologica	Litologia
Carta geomorfologica	Aree d'accumulo e di erosione
Carta dei suoli	Caratteristiche e variabilità del suolo
Carta geochimica	Composizione geochimica dei terreni
Reti di monitoraggio	Valori di concentrazione dei principali composti nei terreni
Archivio geochimico nazionale	Principali informazioni sui suoli, sui sedimenti fluviali attivi e sulle acque del territorio italiano
FOREGS Geochemical Baseline Mapping Programme	Caratteristiche geochimiche ad ampia scala
Cartografia tecnica Regionale Piani Regolatori	Strutture presenti sul territorio Destinazione d'uso delle aree

Tabella 1: Esempio di documentazione utile per l'inquadramento generale

IL PROTOCOLLO APAT - ISS

1) RACCOLTA E ANALISI DEI DATI ESISTENTI

<http://www.pcn.minambiente.it/PCN>



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Home > Portale geografico >>

*ISPRA - ex APAT

- Il Titolo - ex APAT
- Struttura e attività
- Altre

*ISPRA - ex ICRAM

- Il Titolo - ex ICRAM

*ISPRA - ex INFS

- Il Titolo - ex INFS

*Temi

- Ciclo tematico

*Servizi per l'Ambiente

- Base dati indicatori ambientali - Attualità
- Biblioteca
- Carte geologiche
- Carte Situazioni Ambientali
- Coste, Laguna di Venezia, Acque interne
- Località e Formazione Ambientale
- Enas - Ecobal
- Il servizio geologico d'Italia
- Monitoraggio del Sistema NEE
- Portale geografico
- Rete di monitoraggio multinazionale
- Terzo servizi

*Progetti

« Servizi per l'Ambiente

Il portale geografico

Il Portale geografico curato dal Servizio Geologico d'Italia, Dipartimento Difesa del Suolo, sviluppato in collaborazione con Eni Italia, nasce con l'intento di consentire la consultazione, l'integrazione e la consultazione del grande patrimonio delle banche dati del territorio italiano nelle tematiche della Scienza della Terra.

- Descrizione del contenuto
 - Metadati
 - Istruzioni per l'uso
 - Query predefinite
 - Primo esempio: individuazione dei vicoli preesistenti
 - Secondo esempio: pianificazione urbanistica di un'area
 - Terzo esempio: identificazione preliminare di un'area idonea a uso civico di argilla
- Accesso alla cartografia GIS WEB

N.B.: Sono in corso attività per migliorare il livello di accessibilità e di usabilità del portale; l'accesso è stato attivato per l'utlità e la rilevanza dei dati ambientali resi disponibili.

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE

IL PROGETTO DEL PCN

- Portale Cartografico Nazionale
- Sistema Cartografico Cooperato
- Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale

I PROGETTI CARTOGRAFICI

- Progetto Natura
- Progetto Coste
- Progetto Temali

RESPONSABILITÀ CATALOGO NTEE

- Servizio NEE
- Servizio NTE
- Servizio NCC

ENTI COOPERANTI

- Enti Centrali
- Autorità di Bacino
- Amministrazioni Locali
- Università
- Altri Enti

DOCUMENTAZIONE

- Temali di utilizzo
- Manuali
- Documenti
- Riferimenti tecnici
- Eventi
- Esposizioni FAO

http://www.apat.gov.it/site/it-IT/Servizi_per_l'Ambiente/Portale_geografico/

IL PROTOCOLLO APAT – ISS

2) INTEGRAZIONE DEI DATI: ubicazione dei campioni

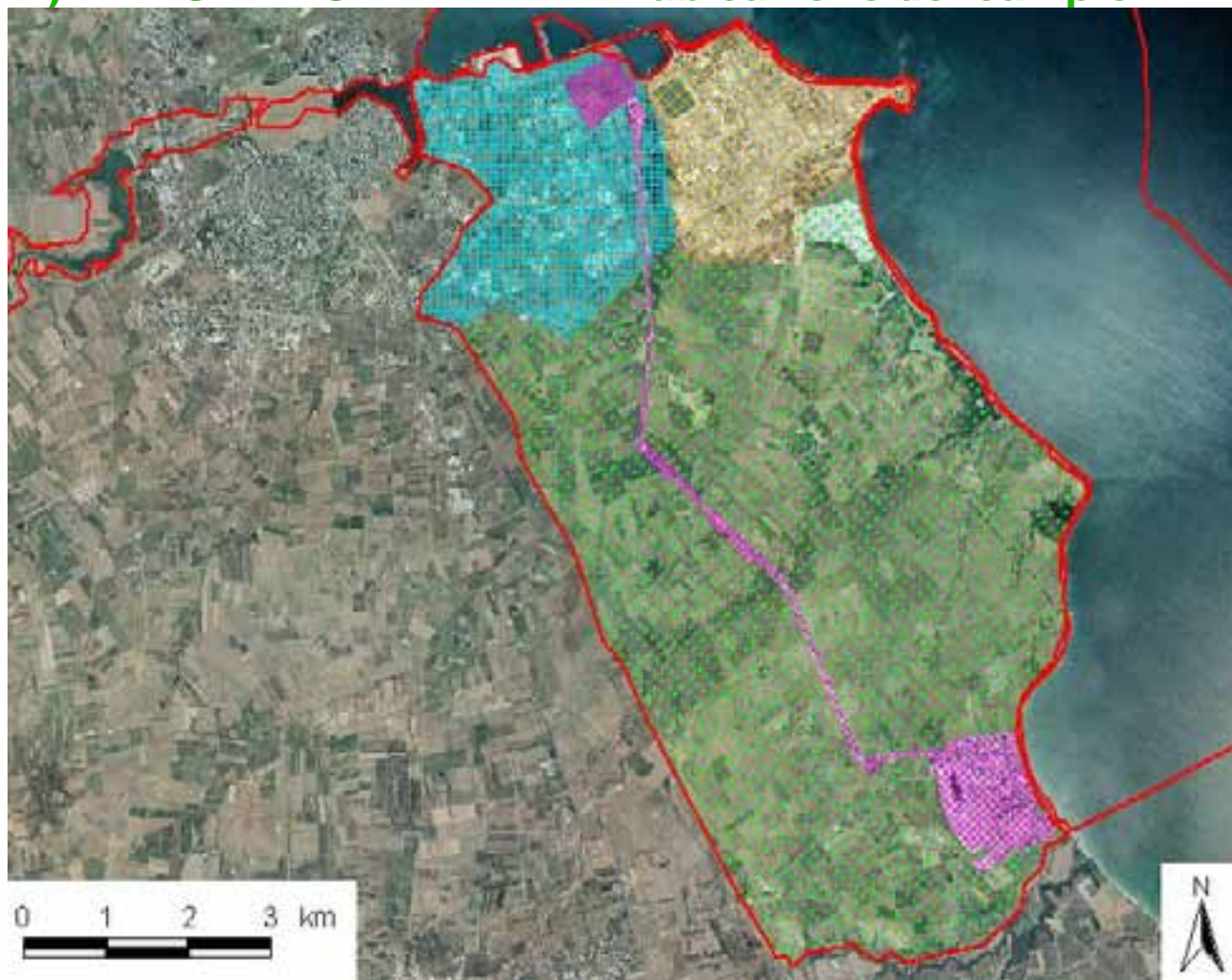
- eventuale integrazione \bar{O} (numero di campioni insufficiente, non idonea ubicazione, metodiche di prelievo e analisi non permettono il confronto dei diversi set di dati)
- SCELTA DELL'AREA RAPPRESENTATIVA
 1. Geologia/geomorfologia/geochimica confrontabile con l'area oggetto di indagine
 2. la distribuzione delle concentrazioni dei metalli/metalloidi non sia riconducibile ad alcuna sorgente puntuale e/o specifica attiva nel presente o nel passato

ESISTE UN'AREA RAPPRESENTATIVA?

- difficoltà di disporre di aree, ubicate in prossimità di siti industriali e quindi aventi caratteristiche geologiche confrontabili, che non risentano però delle attività svolte presso il sito o di altre attività antropiche (ad esempio le aree agricole)
- Possibile soluzione: scelta di più di un'area rappresentativa
- Documentare eventuali difformità in modo da effettuare, in fase di elaborazione dei dati, una valutazione corretta, anche mediante l'applicazione di opportuni strumenti statistici

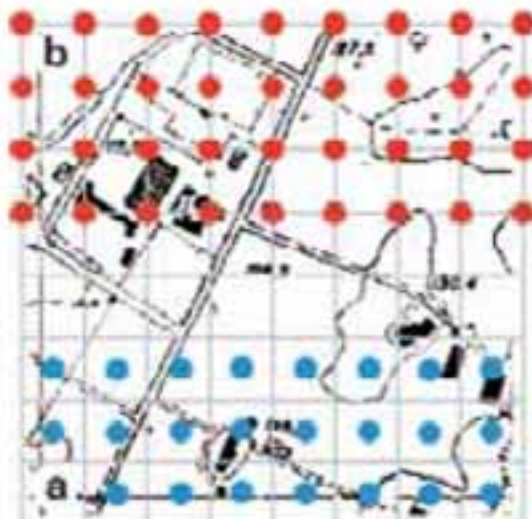
IL PROTOCOLLO APAT – ISS

2) INTEGRAZIONE DEI DATI: ubicazione dei campioni

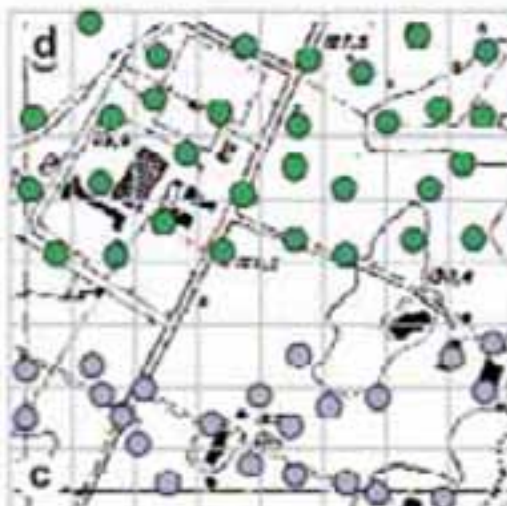


IL PROTOCOLLO APAT - ISS

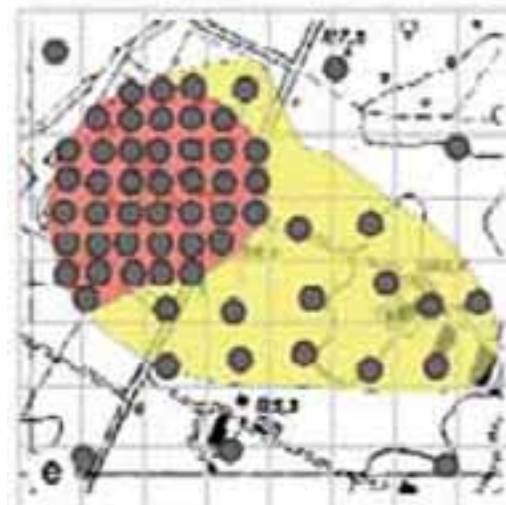
2) INTEGRAZIONE DEI DATI: ubicazione dei campioni



a) e b) Sistemica o a griglia: i punti di campionamento sono ubicati al centro o ai vertici di una maglia ideale e risultano equispaziati; la densità di campionamento è di 1 campione /cella su tutta l'area;



c) Casuale: i punti di campionamento sono distribuiti a caso e/o in funzione dell'accessibilità dei siti e la distanza fra due punti è variabile;
 d) Sistemico-casuale: in ogni cella della maglia è ubicato un punto di campionamento in posizione casuale: i punti non sono più equispaziati ma la densità di campionamento (campioni/cella) è uniforme su tutta l'area indagata;



e) Stratificato: l'area è suddivisa orizzontalmente e/o verticalmente in sub-aree sulla base di un determinato criterio o caratteristica (per es: litologia, grado di permeabilità, presenza di pavimentazione, tipologia di contaminanti, operatività dell'area) e ad ogni sub-area viene applicato il criterio di ubicazione dei punti di campionamento più opportuno

IL PROTOCOLLO APAT - ISS

2) INTEGRAZIONE DEI DATI: numero di campioni

Numero di campioni può essere definito con criteri statistici
dipende

$$n = \frac{s^2 (Z_{1-\alpha} + Z_{1-\beta})^2}{\Delta^2} + 0,5Z_{1-\alpha}^2$$

- tipo di distribuzione
- livello di accettabilità dell'errore definito a priori dal decisore
- Letteratura: il numero minimo di campioni necessari a garantire la significatività statistica del dato è compreso fra 10 e 30
- Nel protocollo il numero minimo di campioni necessari per la determinazione della distribuzione di concentrazioni di fondo è posto pari a 30
- strato omogeneo distinguendo almeno tra strato superficiale (0-1m) e quello profondo insaturo
- > numero di campioni > la significatività del dato

IL PROTOCOLLO APAT - ISS

2) INTEGRAZIONE DEI DATI: analisi di laboratorio

- tessitura, peso specifico, pH, potenziale redox, carbonio organico, capacità scambio cationico, contenuto di carbonato, contenuto totale di ferro e alluminio (la distribuzione dei metalli in traccia è controllata dai costituenti maggiori - Fe, Al, Ca)
- Contenuto totale: Spettrofotometria XRF, dissoluzione completa in HF
- Pseudo totale: estraibili in Acqua regia
- Disponibile per le piante: D.M. 13 settembre 1999 “Metodi ufficiali di analisi chimica sul suolo”
- Solubilità in acqua: Test eluizione norma UNI 10802

IL PROTOCOLLO APAT-ISS

3) COSTITUZIONE DEL SET DI DATI

Analisi preliminare

identificazione degli outlier e distinzione di:

- “veri outlier” - errori trascrizione, strumentali, campionamento
- “falsi outlier” sono valori estremi reali

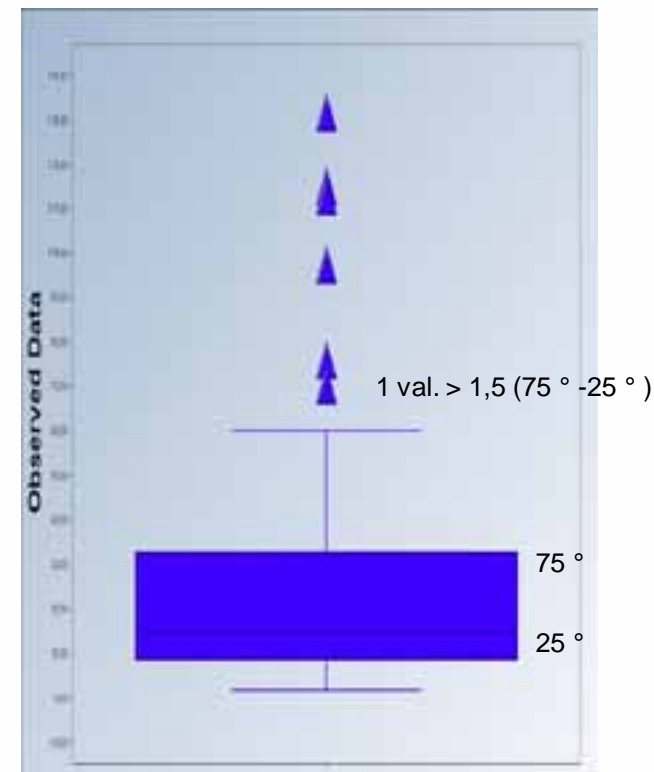
E' necessario identificare e differenziare i tipi di outlier in modo da rimuovere i primi e gestire i secondi

DIMENSIONE DEL DATA SET	TEST	DISTRIBUZIONE NORMALE
$n \leq 25$	Extreme Value Test	si
$n \leq 50$	Discordance Test	si
$n \geq 25$	Rosner's Test	si
$n \geq 50$	Walsh's Test	no

IL PROTOCOLLO APAT-ISS

3) COSTITUZIONE DEL SET DI DATI

1. Identificazione dei valore estremi - potenziali outlier
rappresentazione grafica dell'insieme dei valori rilevati
2. Applicazione di test statistici
3. Studio specifico degli outlier identificati. I test statistici da soli non permettono di stabilire se comprendere o escludere il dato dall'insieme considerato. scelte possibili :
 - Effettuare ulteriori approfondimenti e indagini al fine di correggere il valore di outlier
 - Utilizzare il data set comprensivo dei valori di outlier.
 - Escludere l'inserimento di tali valori dal data set
4. Se esclusi \bar{O} successiva analisi statistica sia sull'insieme dei dati comprensivo di outlier, sia senza outlier
5. Documentazione dell'intero procedimento, con la descrizione di tutti i passaggi e le scelte effettuate



IL PROTOCOLLO APAT-ISS

3) COSTITUZIONE DEL SET DI DATI

Gestire i non-detects

possibili approcci:

- Sostituzione (DL, DL/2, 0, $0 < \text{random} < \text{DL}, \dots$)
- Effettuare doppia analisi (con sostituzione e eliminando i nd) – se $\text{nd} < 15\%$

Table 4-4. Guidelines for Analyzing Data with Non Detects

Approximate Percentage of Non-Detects	Section	Statistical Analysis Method
< 15%	4.7.1	Replace non-detects with 0, DL/2, DL., Cohen's Method
15% - 50%	4.7.2	Trimmed mean, Cohen's Method, Winsorized mean and standard deviation.
> 50% - 90%	4.7.3	Tests for proportions (Section 3.2.1.5)

U.S. Environmental Protection Agency (2000b): Guidance for Data Quality Assessment: Practical Methods for Data Analysis. EPA QA/G-9

IL PROTOCOLLO APAT-ISS

4) ANALISI DEI DATI

Definizione della distribuzione dei dati che meglio approssima il campione di dati serve a:

- definire i descrittori statistici più appropriati per stimare il valore del fondo
- dal tipo di distribuzione dipendono i test statistici da applicare per il confronto tra due set di dati (es. set fondo e set sito specifico)

distribuzioni di probabilità più comuni nei comparti ambientali (suolo, acqua, aria):

- distribuzione gaussiana o normale
- distribuzione lognormale
- distribuzione gamma
- distribuzione non parametrica

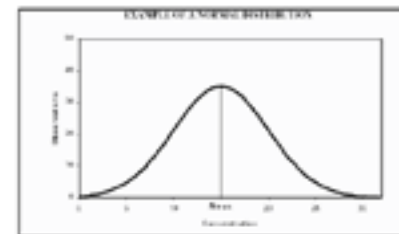
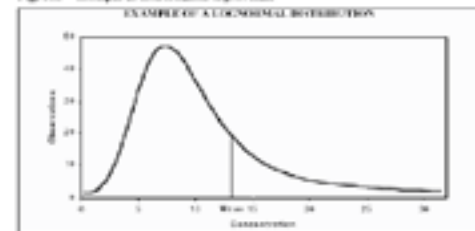


Fig. 18.3 - Esempio di distribuzione lognormale



IL PROTOCOLLO APAT-ISS

4) ANALISI DEI DATI: TEST STATISTICI

Mezzo per verificare la validità di un'ipotesi

DEFINIZIONE DELL'IPOTESI NULLA E DELL'IPOTESI ALTERNATIVA

H_0 : il set di dati presenta una distribuzione normale

H_a : il set di dati non presenta una distribuzione normale

Se, applicando il test, risultasse scartata l'ipotesi H_0 in favore di H_a , si potrebbe concludere che il set di dati, non supportando l'ipotesi nulla, deve derivare da un tipo di distribuzione non normale.

Livello di confidenza = $100(1 - \alpha)\%$: al diminuire del livello di confidenza (o all'aumentare di α) aumenta la probabilità di commettere errori del I tipo

Potenza = $100(1 - \beta)\%$ al diminuire della potenza (o all'aumentare di β) aumenta la probabilità di commettere errori del II tipo

Decisione basata su un campione di dati	Condizione del sito attuale	
	H_0 è vero	H_0 non è vero
H_0 non è rigettata	Decisione corretta: (1-a)	Errore di tipo II: Falso negativo (b)
H_0 è rigettata	Errore di tipo I: Falso positivo (a)	Decisione corretta: (1-b)

IL PROTOCOLLO APAT-ISS

4) ANALISI DEI DATI: TEST STATISTICI

TEST PER LA NORMALITA'

Table 4-2. Tests for Normality

Test	Section	Sample Size	Recommended Use
Shapiro Wilk W Test	4.2.2	≤ 5000	Highly recommended.
Filliben's Statistic	4.2.2	≤ 100	Highly recommended, especially when used in conjunction with a normal probability plot.
Skewness and Kurtosis Tests	4.2.3	> 50	Useful for large sample sizes.
Studentized Range Test	4.2.4	≤ 1000	Highly recommended (with some conditions).
Geary's Test	4.2.4	> 50	Useful when tables for other tests are not available.
Chi-Square Test	4.2.5	Large ^a	Useful for grouped data and when the comparison distribution is known.
Lilliefors Kolmogorov- Smirnov Test	4.2.5	> 50	Useful when tables for other tests are not available.

^aThe necessary sample size depends on the number of groups formed when implementing this test. Each group should contain at least 5 observations.

EPA QA/G-9

Opportunità di effettuare trasformazioni per la verifica della normalità: calcolo descrittori statistici sui valori logtrasformati può comportare errori di valutazione

IL PROTOCOLLO APAT-ISS:

4) ANALISI DEI DATI: DESCRITTORI STATISTICI

DESCRITTORE STATISTICO	DEFINIZIONE
Massimo e Minimo	Rappresentano il valore massimo e quello minimo nell'insieme dei dati.
Media aritmetica	È data dalla somma di tutti i valori divisa per il numero dei casi.
Mediana	Rappresenta il valore centrale di una distribuzione ordinata in senso crescente.
Percentile	Sono quei valori che dividono la distribuzione in cento parti, in modo che, ad esempio, il 25° percentile (o primo quartile) sia quel valore che supera il 25% della distribuzione ed è superato dal 75%, il 50° percentile (o secondo quartile) sia il valore che divide la distribuzione in due parti uguali (e quindi il secondo quartile coincide con la mediana), il 75° percentile (terzo quartile) sia quel valore superato dal 25% della distribuzione.
Range	Rappresenta la differenza fra il valore massimo e il minimo.
Range interquartile	Rappresenta la differenza tra il 75° e il 25° percentile.
Varianza	Rappresenta la distanza di un valore dalla media aritmetica della distribuzione.
Deviazione Standard o scarto tipo o scarto quadratico medio	Rappresenta la misura della dispersione di n misure in un set di dati. È la radice quadrata della media degli scarti, al quadrato.
Coefficiente di skewness	Fornisce una stima della asimmetria della forma di distribuzione dei dati
Coefficiente di curtosi	Fornisce una stima della acutezza della curva di distribuzione dei dati
Coefficiente di variazione	E' un indice che permette di analizzare la dispersione dei valori attorno alla media indipendentemente dall'unità di misura, fornendo un'indicazione sulla variabilità delle osservazioni rilevate.

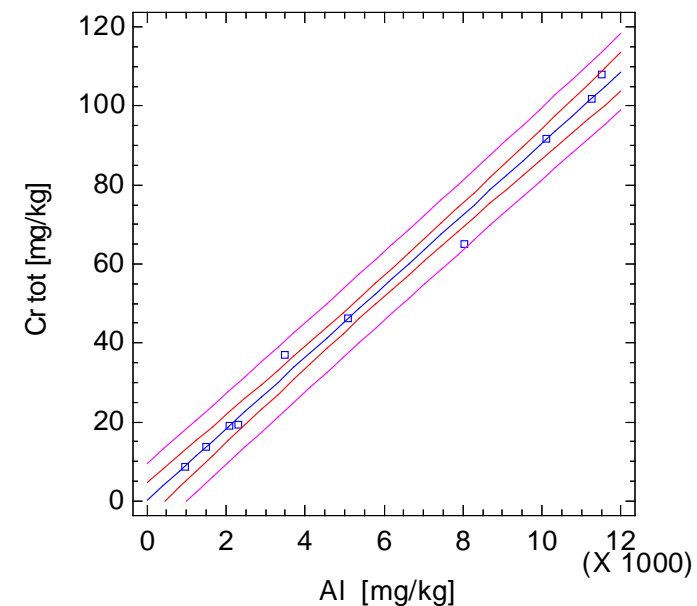
IL PROTOCOLLO APAT - ISS:

4) ANALISI DEI DATI: ASSOCIAZIONI GEOCHIMICHE

Analisi delle associazioni geochimiche mediante costruzione di diagrammi e applicazione di test statistici

La distribuzione degli elementi in traccia è controllata dai costituenti maggiori (Al, Fe, Ca)

adsorbimento dei metalli alle particelle di granulometria inferiore (argille) \Rightarrow elevate concentrazioni di metalli
 argille hanno elevate concentrazioni di alluminio
 \Rightarrow buona correlazione metalli - alluminio



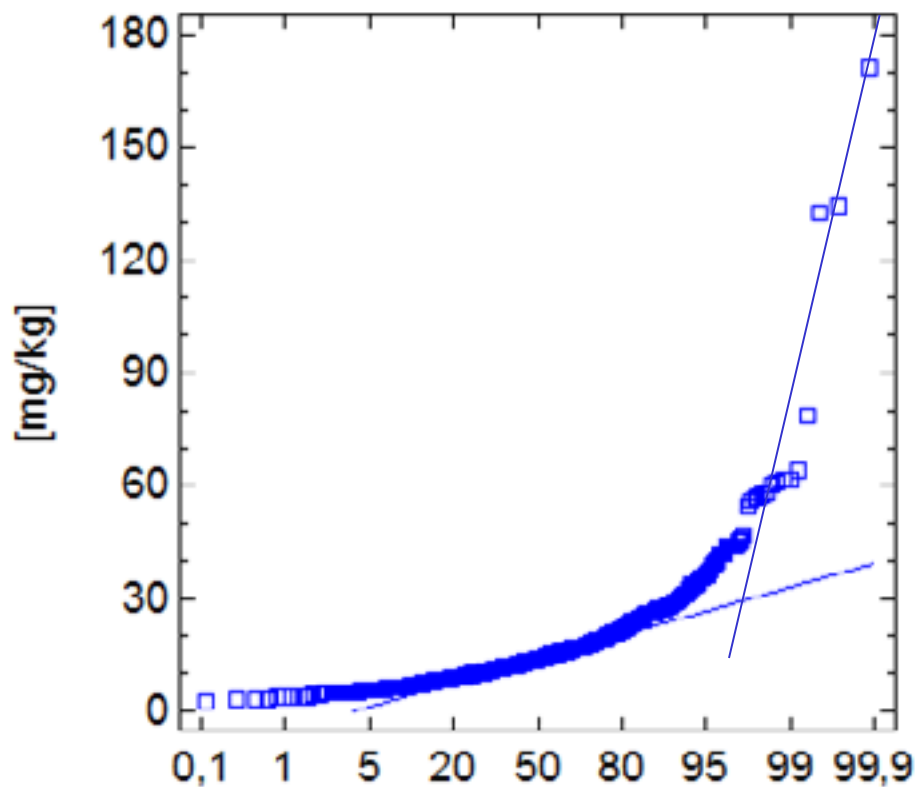
IL PROTOCOLLO APAT - ISS:

5) DEFINIZIONE DEL FONDO

- verifica dell'adeguatezza del numero di dati utili disponibili (minimo 30)
- applicazione di un test statistico per la verifica del tipo di distribuzione;
- calcolo e presentazione dei descrittori statistici;
- costruzione della curva cumulativa di frequenza e individuazione di eventuali punti di discontinuità
- selezione del valore di fondo corrispondente al 95 ° percentile

IL PROTOCOLLO APAT-ISS:

5) DEFINIZIONE DEL FONDO : CURVA CUMULATIVA DI FREQUENZA



IL PROTOCOLLO APAT - ISS:

6) CONFRONTO TRA POPOLAZIONI

1. Analisi preliminare e parametri statistici (confronto tra media, mediana, massimo...)
2. Definizione dell'ipotesi nulla - Esempio:
 - H_0 la concentrazione media sito = background ($\mu_s = \mu_b$)
 - H_A la concentrazione media sito \neq background ($\mu_s \neq \mu_b$)
3. Definizione dei livelli di confidenza

What to test:	H_0	H_A	Recommended alpha	Rejection criteria
H_0 : site and background are from the same population; vs. H_A : site and background are from different populations (Two-tailed, Test Form 1)	$\mu_s = \mu_b$	$\mu_s \neq \mu_b$	80-95% confidence ($\alpha = 0.2$ to 0.05) [More conservative: $\alpha = 0.2$]	For 2-sided t test, e.g., reject H_0 if $t > t_{\alpha/2}$ or if $t < -t_{\alpha/2}$
H_0 : site is less than or from the same population as background; vs. H_A : site is greater than background (One-tailed, Test Form 1)	$\mu_s \leq \mu_b$	$\mu_s > \mu_b$	80-95% confidence ($\alpha = 0.2$ to 0.05) [More conservative: $\alpha = 0.2$]	For 1-sided t test, e.g., reject H_0 if $ t > t_\alpha$ For 1-sided t test, e.g., reject H_0 if $t > t_\alpha^*$
H_0 : site is greater than background + S; vs. H_A : site is less than or from the same population as background + S (One-tailed, Test Form 2)	$\mu_s \geq \mu_b + S$	$\mu_s < \mu_b + S$	80-95% confidence ($\alpha = 0.2$ to 0.05) [More conservative: $\alpha = 0.05$]	For 1-sided t test, e.g., reject H_0 if $ t > t_\alpha$ For 1-sided t test, e.g., reject H_0 if $t < -t_\alpha^*$

* Assuming the test statistic, t, is calculated using site mean minus background mean (or background mean + S, for Test Form 2) in the numerator.

Table 6.7 Summary of hypothesis tests



CONCLUSIONI

- Necessità di fornire una metodologia che sia applicabile ai casi meno complessi (es. stazioni di servizio carburanti...)
 - ↳ Per piccole aree valore corrispondente a 95 percentile
- Per aree di grandi dimensioni ↳ procedura che preveda il confronto tra soggetti e enti di controllo (auspicabile in ogni caso)
- La statistica da sola non consente di prendere decisioni
- Lo studio per la determinazione del fondo deve essere accompagnata da un'attenta ricostruzione stratigrafica

ESPERIENZE ITALIANE: VENETO

Regione Veneto Direzione tutela ambiente e ARPAV servizio osservatorio suolo e rifiuti: *Linee guida per la determinazione del valore di fondo naturale, 200x*

METODOLOGIA PROPOSTA:

Non è necessario un campionamento nel caso in cui esistano dati (ARPAV o altro)

Sono necessarie indagini specifiche nel caso di pochi dati

Individuazione aree di indagine

Area di forma circolare con centro nel sito in esame e raggio pari alla distanza di autocorrelazione spaziale coincidente con il range minore dei semivariogrammi calcolati con i dati sperimentali

Sono forniti i range per alcune aree

ESPERIENZE ITALIANE: VENETO

- Numero di punti: approccio tipologico – che comprenda tutte le tipologie di suolo presenti
- Evitare aree di potenziale impatto (strade, insediamenti industriali...)
- In base a considerazioni statistiche circa la attendibilità del risultato il numero minimo di campioni richiesto è pari a 15
- Sondaggi fino a 150 cm. Un campione a 70-80 cm
- Metodi di analisi ufficiali su frazione inferiore a 2 mm
- Elaborazione dati: descrittori statistici (media, dev std...)
- Definizione dei valori di fondo: 2 metodi
 1. Distribuzione cumulativa di frequenza – punto di inflessione della curva
 2. 90-95 percentile

ESPERIENZE ITALIANE: VENETO

- Bacino scolante compresa nel bacino deposizionale del Brenta
Ubicazione tipologica in funzione del tipo di suolo (carta dei suoli bacino scolante laguna Venezia 1:50.000 - ARPAV 2004)
- 2 Campioni (tot 435 campioni)
 1. Tra 10 e 50 cm
 2. nel primo orizzonte/strato pedologico sotto i primi 70 cm (per contenere apporti antropici)
- Analisi sul passante al 2mm, contenuto pseudototale (acqua regia)
- Descrittori statistici
- Confronto campioni superficiali/profondi
- Correlazione tra elementi
- Fondo usuale 90 ° percentile

Metallo	Orizzonte superficiale (livello usuale)	Orizzonte profondo (livello naturale)	Limite colonna A tab1 DM 471/99 mg/kg
As	30,60	36,20	20
Cd	0,84	0,90	2
Cr	40,58	39,48	150
Cu	62,70	32,14	120
Hg	0,22	< L.R.	1
Ni	33,10	35,50	120
Pb	41,65	33,08	100
Zn	131,00	113,00	150

ESPERIENZE ITALIANE: EMILIA ROMAGNA

- Regione Emilia-Romagna Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli
- Prelevamento di campioni in 100 siti all'interno del Foglio 181, mediante trivellate a mano. Per ogni sito due campioni (20-30 cm e 90-100 cm) (topsoil, < 40 cm e subsoil, > 70 cm), per un totale di 200 campioni
- strategia di campionamento: no maglie regolari; I siti di campionamento sono stati definiti secondo una distribuzione omogenea che tenesse in considerazione le caratteristiche pedologiche del territorio, al fine di caratterizzare tutte le unità cartografiche
- Analisi chimiche (due per ciascun campione):
 1. spettrometria per fluorescenza di raggi (XRF) (per la determinazione del contenuto pedogeochimico naturale)
 2. estrazioni con acqua regia e analisi con il metodo ICP-MS (EPA 6020 A, 1998).

ESPERIENZE ITALIANE: EMILIA ROMAGNA

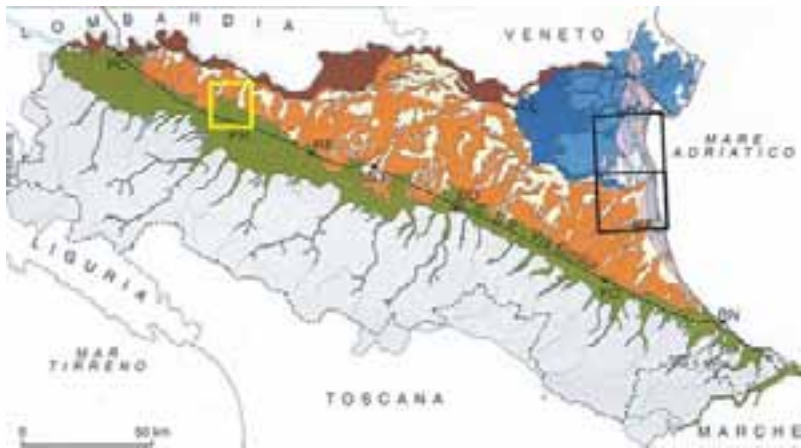
La percentuale di metallo estratto con acqua regia rispetto a totale misurato con XRF è:

90% Cu e Pb

80-90% per Zn e Ni

44% per Cr

analisi XRF uno strumento maggiormente affidabile per la stima del fondo naturale di questi metalli



Conclusioni: fattori di controllo della composizione geochemica naturale dei suoli (in ordine decrescente di importanza):

1. il grado evolutivo dei suoli
2. la composizione delle aree fonte di sedimento
3. granulometria

<http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/geologia/canali/suoli.htm>

BIBLIOGRAFIA

Battelle Memorial Institute Earth Tech, Inc NewFields, Inc. (2002): Guidance for environmental background analysis Volume I: Soil. Naval facilities engineering command Washington, DC 20374-5065

International Organization for Standardization (2005): Soil quality – Guidance on the determination of background values. ISO19258 - ISO TC 190/SC 7

Provincia di Milano, Università degli Studi di Milano Dipartimento di Scienze della Terra 'A. Desio' (2003): Linee guida per la determinazione dei valori del fondo naturale nell'ambito della bonifica dei siti contaminati

U.S. Environmental Protection Agency (2000b): Guidance for Data Quality Assessment: Practical Methods for Data Analysis. EPA QA/G-9, QA00 Update. Office of Environmental Information, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C

U.S. Environmental Protection Agency (2002): Guidance for Comparing Background and Chemical Concentrations in Soil for CERCLA Sites. Office of Emergency and Remedial Response U.S. Environmental Protection Agency Washington, DC 20460

U.S. Environmental Protection Agency (2006): Data Quality Assessment: Statistical Methods for Practitioners EPA QA/G-9S. EPA/240/B-06/003 February 2006 Office of Environmental Information Washington, DC 20460