

CREAZIONE DI UN DATABASE ED ELABORAZIONE GEOSTATISTICA DEI DATI

*Gestione dei dati ambientali mediante strumenti GIS
ed applicazione di tecniche geostatistiche per
l'elaborazione dei dati*

Maria Elena Piccione & Nicoletta Gazzea

ISPRA

Indice

1. Strumenti e tecniche di analisi di dati ambientali
2. Acquisizione dati e problematiche
3. Implementazione dati: creazione geodatabase
4. Rappresentazione ed analisi dei dati ambientali
5. Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato
6. Conclusioni
7. Bibliografia

1 Strumenti e tecniche di analisi di dati ambientali

Insieme delle apparecchiature **HARDWARE** e **SOFTWARE**, delle **APPLICAZIONI** e delle **PERSONE** che hanno il compito di:

ACQUISIRE
ORGANIZZARE
GESTIRE
ELEBORARE
RESTITUIRE



DATI AMBIENTALI
GEOREFERENZIATI



2 Acquisizione dati e problematiche

2.1 Tipologie di dati

Dati raster: CTR, carte nautiche, cartografia IGM, ortofoto, rilievi da satellite, grid ...

Dati vettoriali: perimetrazioni, planimetrie (shapefile, features, CAD, .e00)

Dati alfanumerici (database, tabelle, file di testo...)

Dati acquisiti durante i sopralluoghi (dati GPS, fotografie...)

ArcCatalog - Archiva - G:\MigliaPriolo\Database\Priolo.mdb\Base_cartografica

File Edit View Go Tools Window Help

Location: G:\Miglia\Priolo\Database\Priolo.mdb\Base_cartografica

StyleSheet:

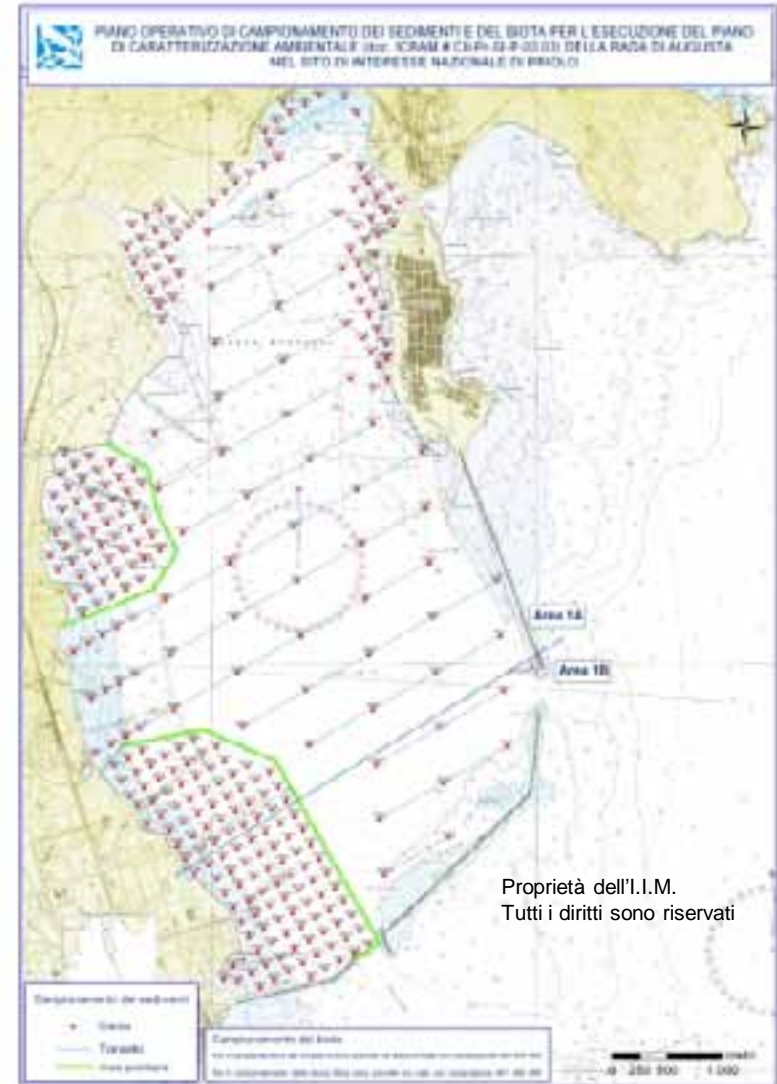
- Priolo.mdb
 - [-] Anagra_Cune
 - [-] Anagra_Cune_rilevi_geomorfologia_2014
 - [-] Area_prioritarie
 - [-] Area_cartografica
 - [-] Area_d_misura
 - [-] Area_progetto_bonifica
 - [-] Area_fiada
 - [-] Area_fiada_modificata_scarichi
 - [-] Area_suddivisione_punti
 - [-] Area_demanial
 - [-] Area_dragaggi_da_Carta_nautica
 - [-] Area_porti_Siracusa
 - [-] Area_privata_ott_06
 - [-] Area_publiche_ott_06
 - [-] Area_publiche_fmato
 - [-] aziende
 - [-] Doe_n_Ormezz
 - [-] diffusive_is
 - [-] Divisione_ settori_Cat_Overst_Sud
 - [-] Estensione_Area_Prioritarie
 - [-] mare
 - [-] permeazione_mare
 - [-] permeazione_mare_line
 - [-] permeazione_terra
 - [-] permeazione_terra_rifi
 - [-] permeazione_terra_prop_comun...
 - [-] piazconetti
 - [-] portoaugata
 - [-] portoaugata
 - [-] pozzo
 - [-] Rada_Augustalinea_d_costa
 - [-] roccia
 - [-] Saline_priolo
 - [-] Scarichi_Author
 - [-] scarichi_priolo
 - [-] scarichi_185
 - [-] spiagge
 - [-] Ubicazione_approdi
 - [-] Verbi_aree_publiche
 - [-] Battelle_2007
 - [-] Bonifica
 - [-] Elaborazioni
 - [-] Eternit
 - [-] Geofisica_pericolo_Magnesi
 - [-] Geofisica_PADA
 - [-] Monitoraggio_colonna_aeriva_raila
 - [-] Piano_caratterizzazione

Nome	Type	Size	Modified
Area_d_misura	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_progetto_bonifica	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_fiada	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_fiada_modificata_scarichi	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_suddivisione_punti	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_demanial	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_dragaggi_da_Carta_nautica	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_porti_Siracusa	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_privata_ott_06	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_publiche_ott_06	Personal Geodatabase Feature Class		
Area_publiche_fmato	Personal Geodatabase Feature Class		
aziende	Personal Geodatabase Feature Class		
Doe_n_Ormezz	Personal Geodatabase Feature Class		
diffusive_is	Personal Geodatabase Feature Class		
Divisione_ settori_Cat_Overst_Sud	Personal Geodatabase Feature Class		
Estensione_Area_Prioritarie	Personal Geodatabase Feature Class		
mare	Personal Geodatabase Feature Class		
permeazione_mare	Personal Geodatabase Feature Class		
permeazione_mare_line	Personal Geodatabase Feature Class		
permeazione_terra	Personal Geodatabase Feature Class		
permeazione_terra_rifi	Personal Geodatabase Feature Class		
permeazione_terra_prop_comun...	Personal Geodatabase Feature Class		
piazconetti	Personal Geodatabase Feature Class		
portoaugata	Personal Geodatabase Feature Class		
portoaugata	Personal Geodatabase Feature Class		
pozzo	Personal Geodatabase Feature Class		
Rada_Augustalinea_d_costa	Personal Geodatabase Feature Class		
roccia	Personal Geodatabase Feature Class		
Saline_priolo	Personal Geodatabase Feature Class		
Scarichi_Author	Personal Geodatabase Feature Class		
scarichi_priolo	Personal Geodatabase Feature Class		
scarichi_185	Personal Geodatabase Feature Class		
spiagge	Personal Geodatabase Feature Class		
Ubicazione_approdi	Personal Geodatabase Feature Class		
Verbi_aree_publiche	Personal Geodatabase Feature Class		

Personal Geodatabase Feature Dataset selected

4 Rappresentazione ed analisi dei dati ambientali

4.1
Creazione di un
geodatabase e di
un progetto GIS
per la
progettazione
di un Piano di
Caratterizzazione
Ambientale



4 Rappresentazione ed analisi dei dati ambientali

4.2

Implementazione e visualizzazione dei risultati della caratterizzazione

Rappresentazione delle stazioni di campionamento in coordinate reali

Implementazione dei risultati della caratterizzazione nel geodatabase

Creazione di mappe tematiche puntuali rappresentative delle concentrazioni dei singoli analiti

Possibilità di interrogare le tabelle con i dati analitici ed eseguire query per estrarre le informazioni

4 Rappresentazione ed analisi dei dati ambientali

4.2 Implementazione e visualizzazione dei risultati della caratterizzazione

Identify Results

Layers: <Top-most layer>

Strato 150-200
PR01/0298

Location: (517339.633336 4116553.208833)

Field	Value
OBJECTID	450
Shape	Point
ID	450
Codice_Icram_Stazione	PR01/0298
Codice_Icram_Campione	SC0180-0200
X_UTM_WGS84	517350.2
Y_UTM_WGS84	4116564.8
Longitudine	15.1955
Latitudine	37.22951
Umidita_perc_peso	31.2
Peso_Spec_kg_dm3	1.73
Alluminio_mg_kg_ss	8538



4 Rappresentazione ed analisi dei dati ambientali

4.2 Implementazione e visualizzazione dei risultati della caratterizzazione

Attributes of Strato 150-200

Codice Icram Stazione	Codice Icram Campione
PR01.0273	SC0180-0200
PR01.0275	SC0180-0200
PR01.0276	SC0180-0200
PR01.0278	SC0180-0200
PR01.0280	SC0180-0200
PR01.0282	SC0180-0200
PR01.0288	SC0180-0200
PR01.0290	SC0180-0200
PR01.0292	SC0180-0200
PR01.0294	SC0180-0200
PR01.0296	SC0180-0200
PR01.0298	SC0180-0200
PR01.0300	SC0180-0200
PR01.0303	SC0180-0200
PR01.0305	SC0180-0200
PR01.0306	SC0180-0200
PR01.0309	SC0180-0200
PR01.0311	SC0180-0200
PR01.0312	SC0180-0200

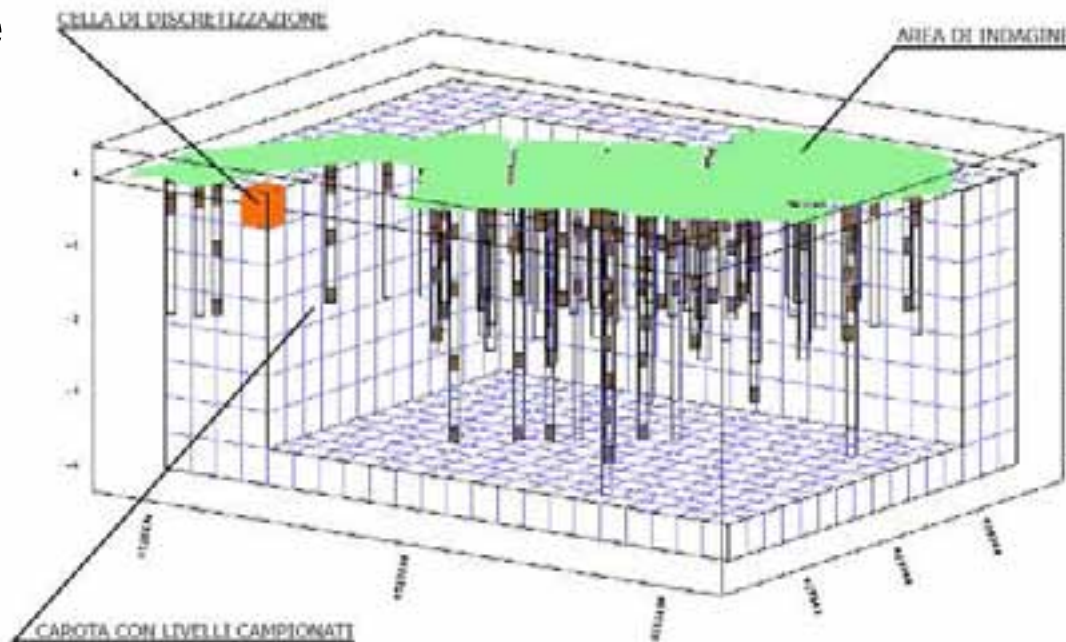
Record: 14 | 0 | Show: All Selected | Records: (1 out of 58 Selected.)



5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.1 Elaborazioni dati

Esigenze



GEOSTATISTICA
(Isatis sviluppato dalla Geovariances)

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.2 Geostatistica

5.2.1 Origini e applicazioni

- Origini: è una disciplina della statistica spaziale, nata in ambito minerario e sviluppata negli anni sessanta da George Matheron
- Applicazioni: è largamente diffusa in molti settori scientifici (scienze geologiche e minerarie; idrologia; idrogeologia; scienza dei suoli; agronomia; geotecnica; geofisica; telerilevamento; climatologia; meteorologia; oceanografia; scienze forestali; zoologia; epidemiologia; igiene ambientale)

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimentato contaminato

5.2 Geostatistica

5.2.2 Concetto base

“Punti vicini sono più simili tra loro rispetto a quelli più lontani”

misura questa correlazione tra i campioni per assegnare i pesi

necessari per determinare la stima della variabile

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.2 Geostatistica

5.2.3 Variogramma

Strumento per misurare la variabilità spaziale

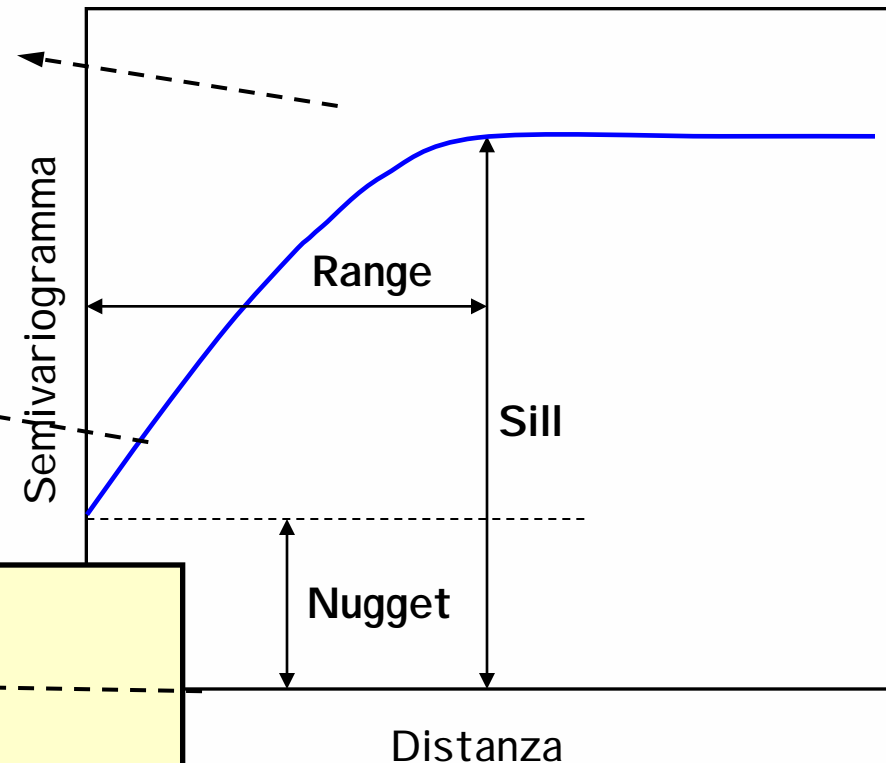
Indica fino a che distanza due campioni si possono considerare spazialmente correlati tra loro

Rappresenta:

- le variazioni che occorrono ad una distanza minore di quella di campionamento
- gli errori di misura

• misura la variabilità che intercorre tra i campioni oltre il valore del range

• coincide normalmente con la varianza campionaria



5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

- **Block Kriging:** stima delle concentrazioni dei parametri chimici
- **Block Cokriging:** stima delle frazioni granulometriche
- **Kriging con disuguaglianze:** stima dello spessore di substrato

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimentato contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.1 Block Kriging

Soddisfa le proprietà del Kriging:

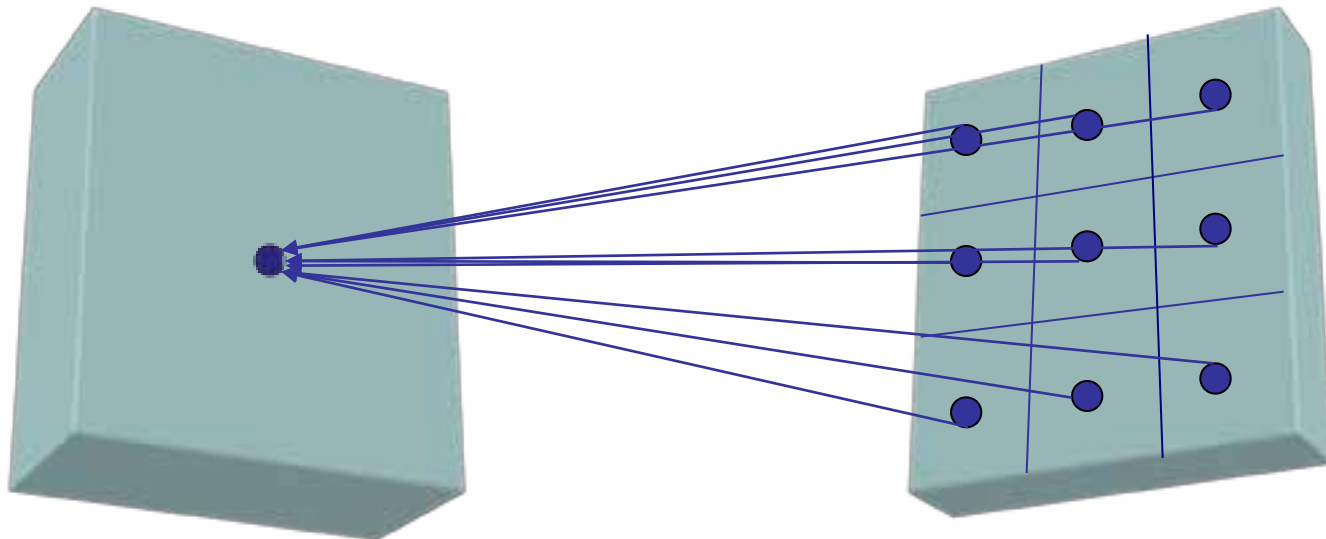
- ü Stimatore non distorto
- ü Stimatore esatto
- ü Minimizzazione della varianza di errore
- ü Utilizzo delle informazioni derivate dall'analisi del variogramma
- ü Informazioni sull'errore commesso nella stima

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimenti contaminati

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.1 Block Kriging

Calcola il valore medio del blocco e non del suo baricentro



5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

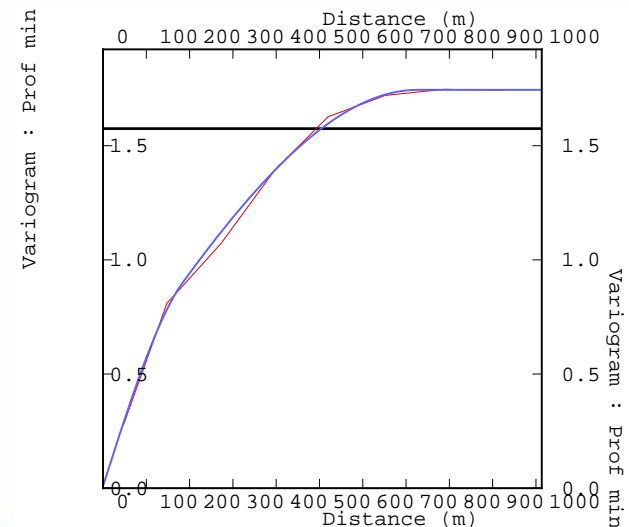
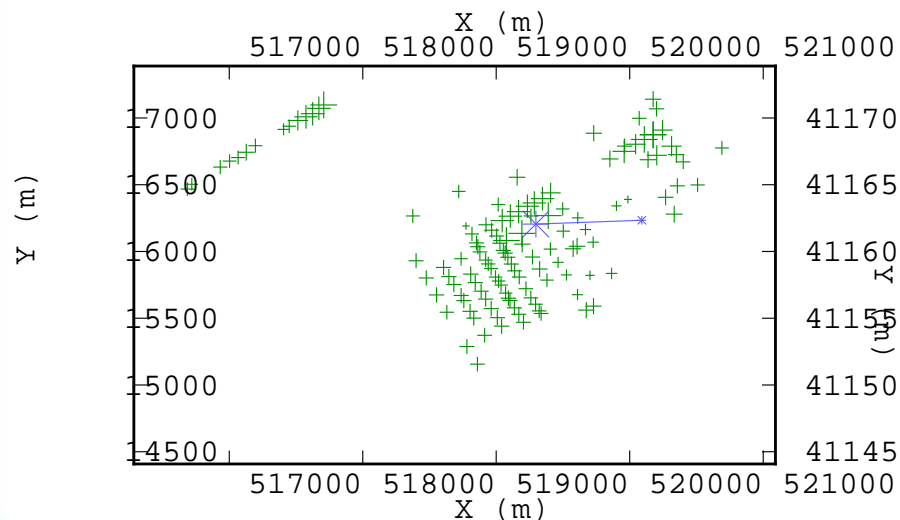
5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.1 Block Kriging

Stima delle concentrazioni dei parametri chimici

∅ Calcolo del variogramma sperimentale della variabile di studio

∅ Individuazione del modello di variogramma

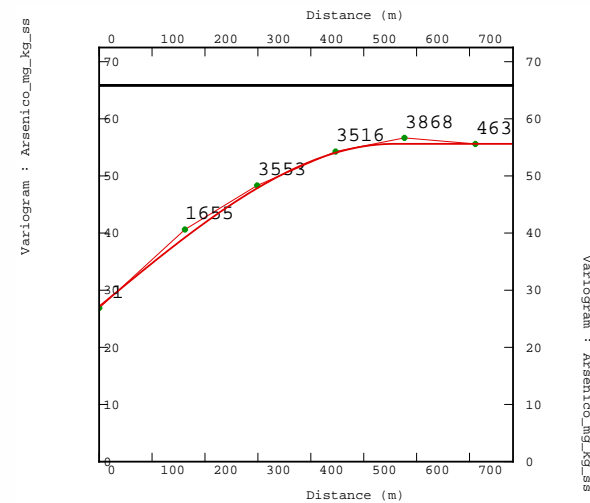
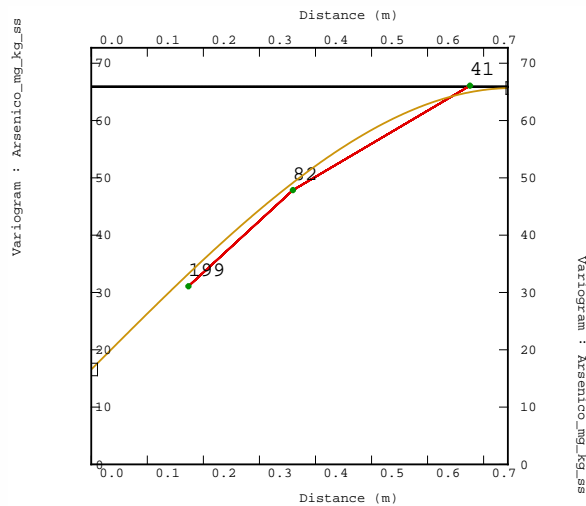


5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.1 Block Kriging

∅ Nel caso di anisotropia nella continuità spaziale della variabile si costruiscono n variogrammi sperimentali direzionali lungo le direzioni di continuità spaziale



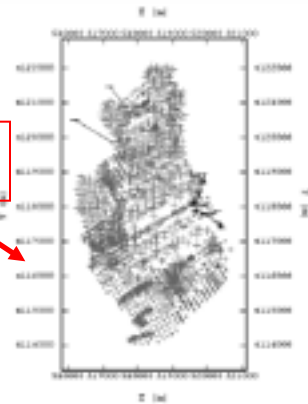
5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

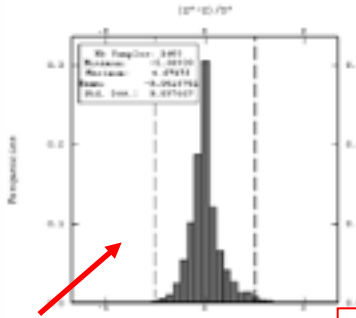
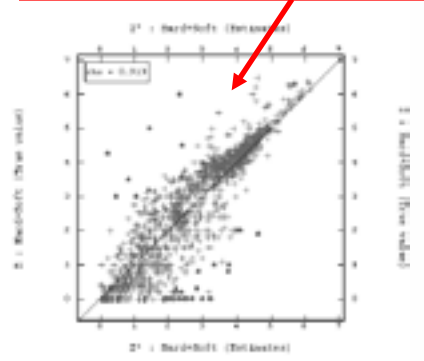
5.3.1 Block Kriging

∅ Verifica della correttezza del modello di variogramma selezionato mediante la cross-validation

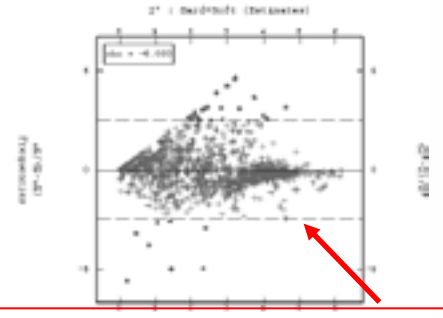
Concentrazione reale



Scatterplot valore stimato vs valore reale



Istogramma della stima della deviazione standard



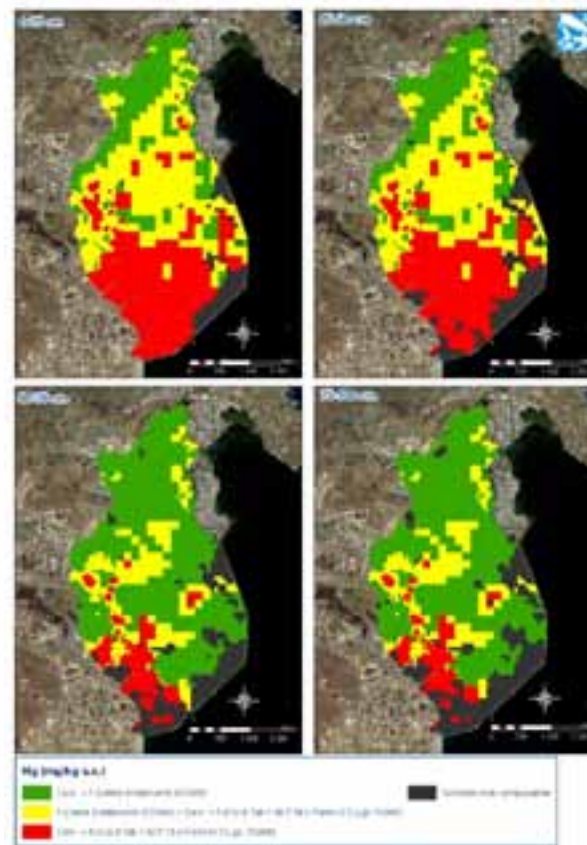
Scatterplot valore stimato vs stima della deviazione standard

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.1 Block Kriging

∅ Stima della concentrazione media all'interno delle celle tridimensionali della griglia (3D) di elaborazione



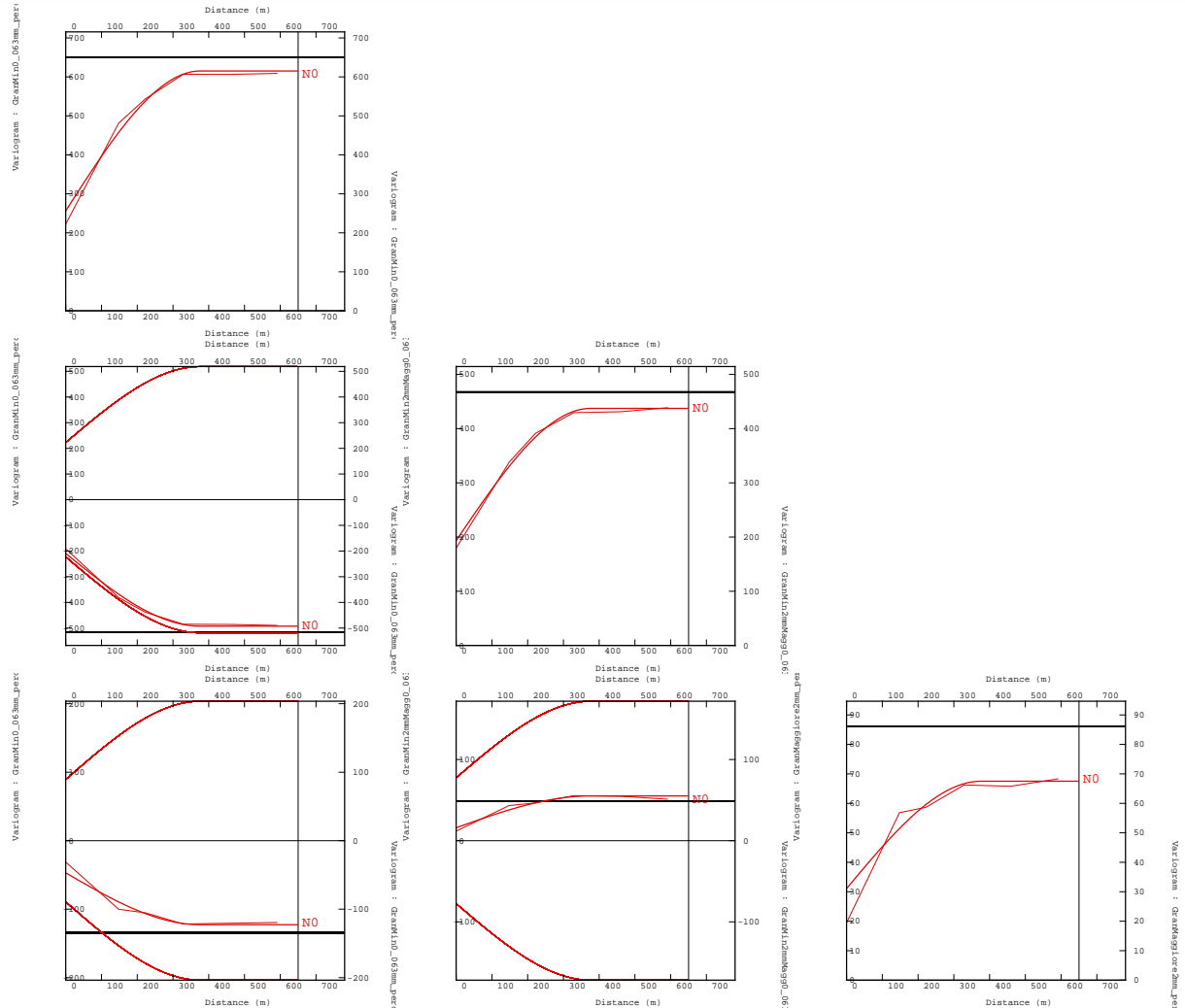
5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.2 Block CoKriging

- Metodo multivariato che fornisce una stima di una o più variabili con una combinazione lineare che sfrutta, oltre alla correlazione spaziale di ogni singola variabile, la mutua dipendenza tra le variabili
- La dipendenza tra le diverse variabili è misurata e modellizzata mediante il variogramma incrociato
- Il Cokriging può essere isotropico o eterotropico

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato



5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.2 Block CoKriging

Ø Stima mediante Block Cokriging delle frazioni granulometriche medie all'interno delle celle tridimensionali della griglia di elaborazione

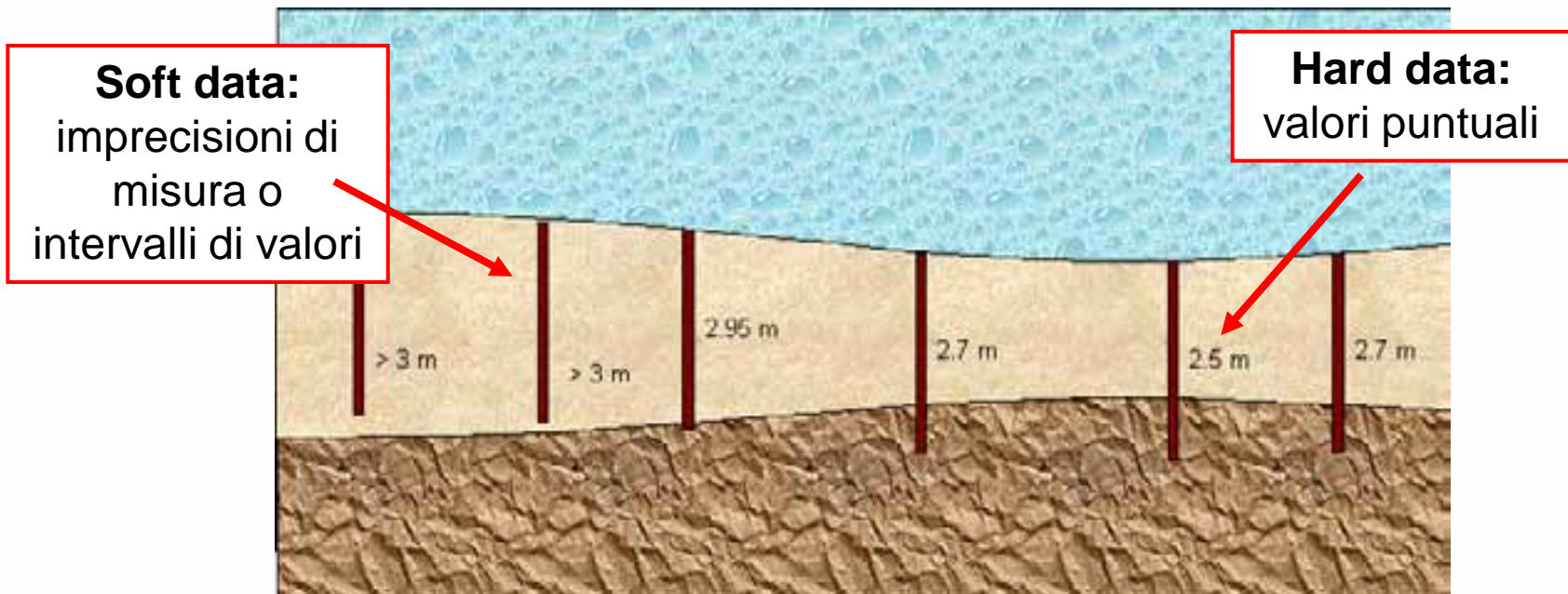


5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.3 Kriging con disuguaglianza

Esempio applicativo: stima dello spessore del substrato



5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.3 Kriging con disuguaglianza

L'idea di base consiste nel sostituire la serie di dati imprecisi con una serie di dati simulati pseudohard in funzione di:

- Hard data
- Modello di variogramma degli hard data
- Disuguaglianza fornita dai soft data

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.3 Tecniche geostatistiche utilizzate nella caratterizzazione dei siti contaminati

5.3.3 Kriging con disuguaglianza

- Ø Stima dello spessore di substrato campionabile mediante Block Kriging utilizzando gli hard ed i pseudohard data



5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimentato contaminato

5.4 Applicazioni

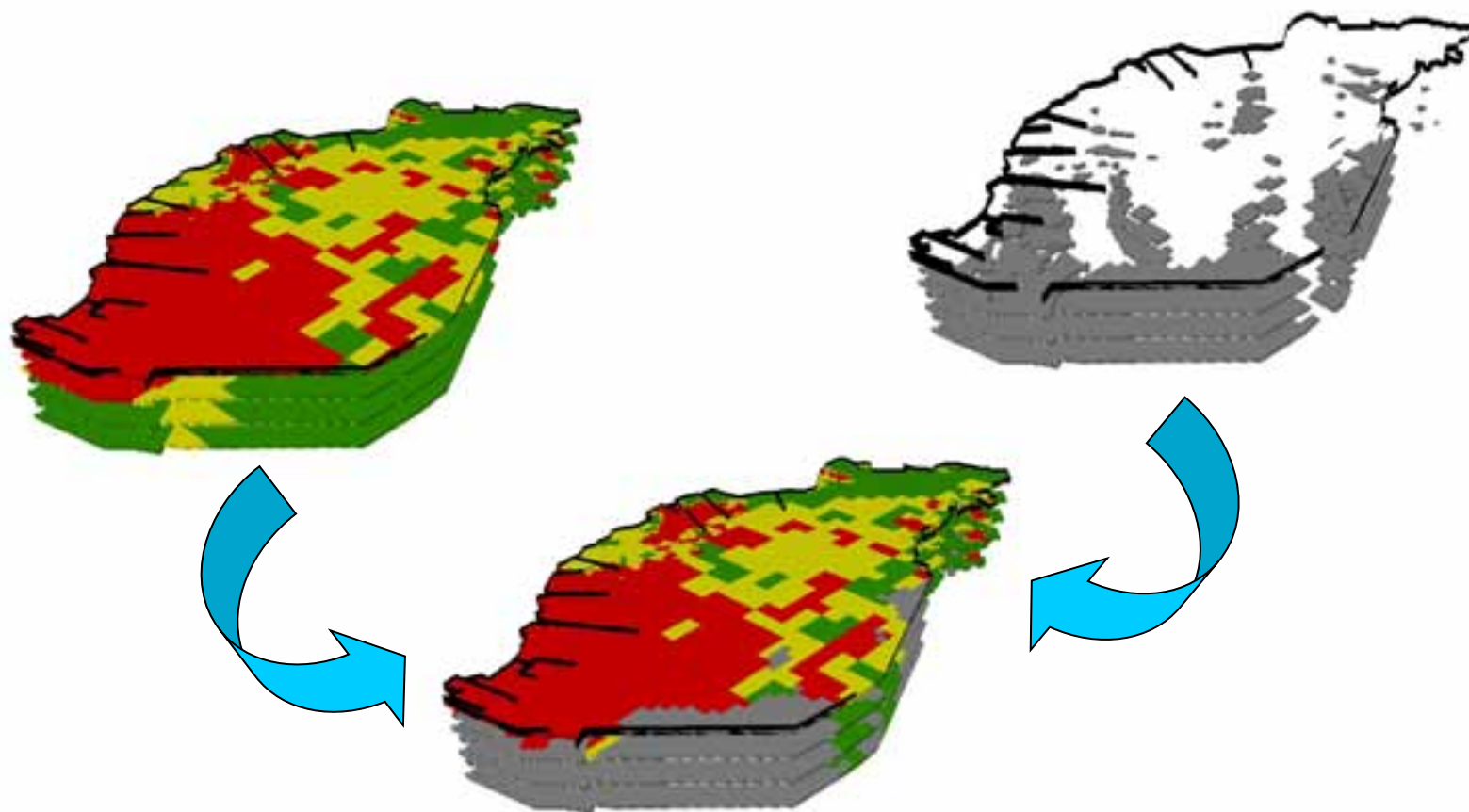
Calcolo dei volumi di sedimentato contaminato

- Ø Stima della concentrazione dei contaminanti
- Ø Confronto con i limiti di riferimento
- Ø Calcolo dei superamenti totali
- Ø Calcolo dei volumi di sedimentato contaminato per i diversi strati di elaborazione in funzione dei superamenti totali

Limitazione del volume di stima relativamente alla stima dello spessore dello strato di sedimenti recenti

5 Elaborazioni dati e Calcolo dei volumi di sedimento contaminato

5.4 Applicazioni



6 Conclusioni

L'impiego di strumenti GIS e di elaborazione geostatistica garantisce un valido supporto per la rappresentazione ed analisi delle variabili ambientali, nonché un efficace strumento progettuale e decisionale nel contesto degli interventi di caratterizzazione e gestione dei sedimenti contaminati

Bibliografia

- *Arctur D.K., Zeiler M., 2004, Designing Geodatabases: Case Studies in GIS Data Modeling. ESRI Press. Redlands, California USA, 408 pp.*
- *Bonham-Carter G.F., 1994, Geographic information systems for geoscientists, modelling with GIS. Ontario, Pergamon, 398p.*
- *Burrough P.A. and McDonnell R.A., 1998, Principles of geographical information systems. University Press, Oxford, 333p.*
- *Chilès J-P., Delfiner P., 1999, Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty, Wiley, New York*
- *Esri, 2005, Building Geodatabases with CASE Tools: 72 pp*
- *Langlais V., 1991, Estimation sous contraintes d'inégalités, Sciences de la Terre, no. 30: 211-224*
- *Matheron G., 1971, The theory of regionalized variables and its applications, Paris School of Mines publication, Paris.*
- *Wackernagel H., 2003, Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications, Springer, Berlin.*
- *Zeiler M., 1999, Modelling Our World. The ESRI Guide to Geodatabase Design. ESRI Press. Redlands, California USA, 199 pp.*