

# Delimitazione di più Sorgenti di Contaminazione in Casi Complessi

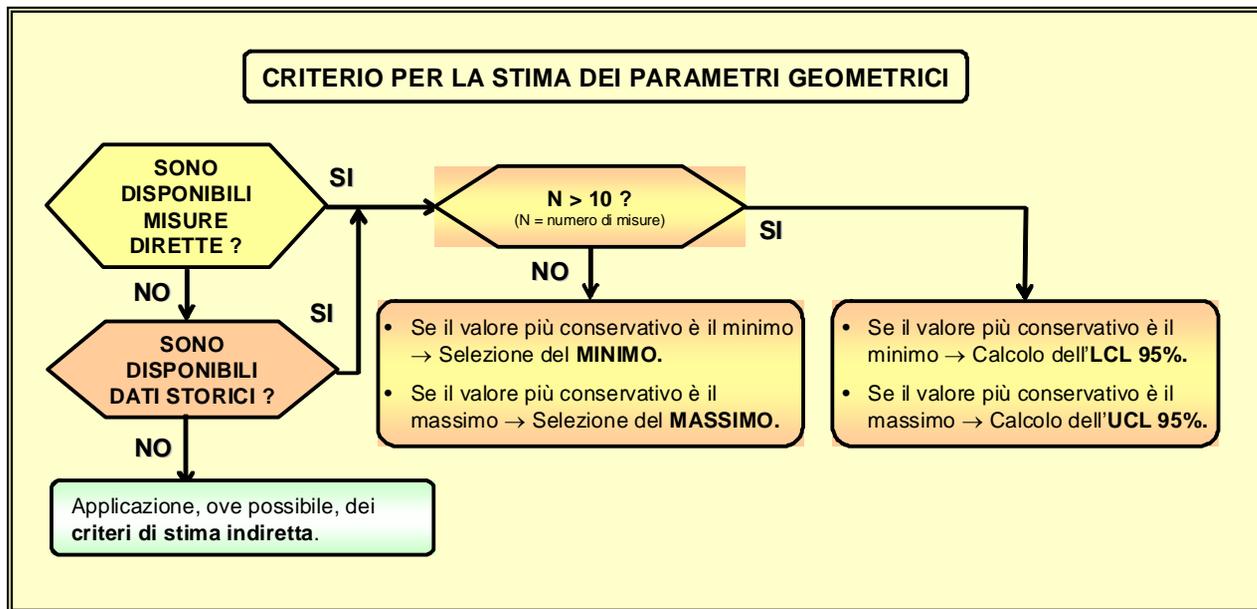
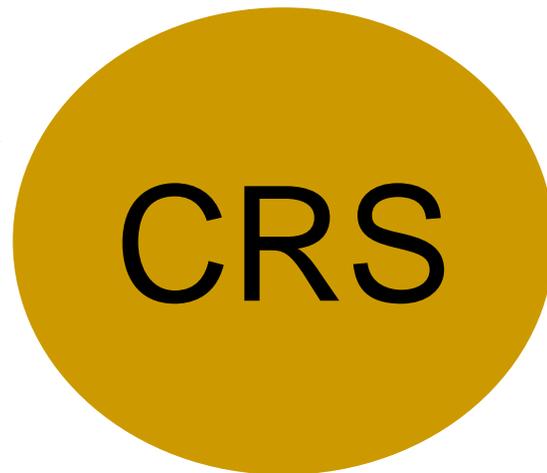
**Dr. Marco Falconi, Ing. Antonella Vecchio**

APAT

Agenzia per la protezione dell' ambiente e per i Servizi Tecnici

# Parametri relativi alla sorgente

## Concentrazione Rappresentativa alla Sorgente

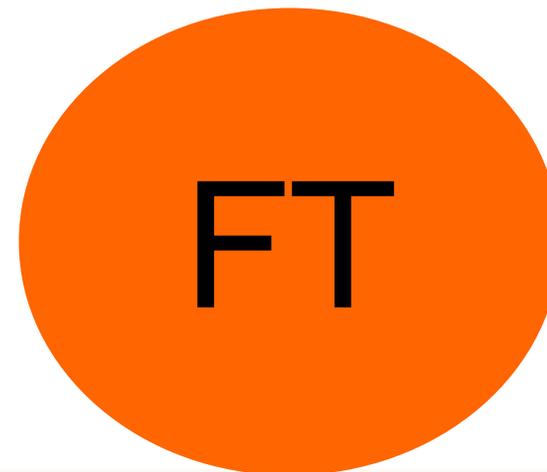


**W** nella direzione del flusso di **falda**

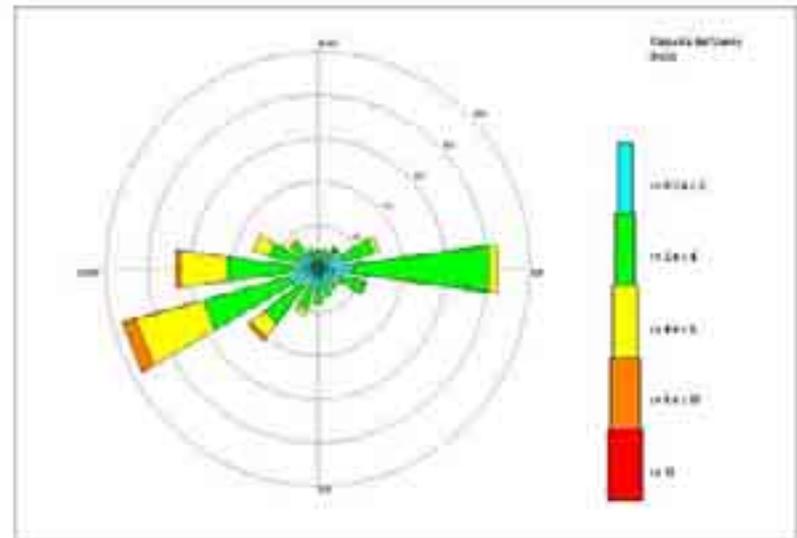
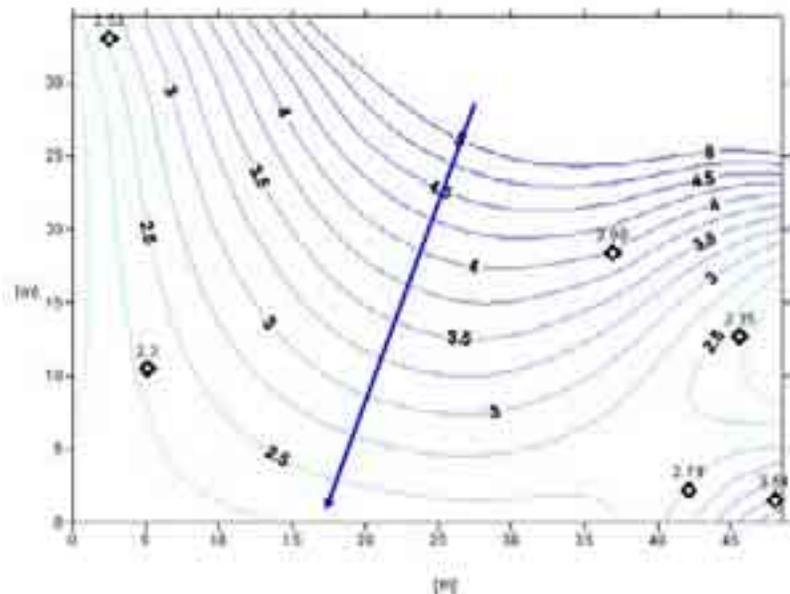
**Sw** ortogonale al flusso di **falda**

**W'** nella direzione principale del **vento**

**Sw'** ortogonale a quella principale del **vento**



## Parametri relativi alla sorgente



## Calcolo del rischio R e delle CSR

**Modalità Forward - Calcolo del rischio R**

$$R = CRS \times FT \times EM \times T$$

Concentrazione Rappresentativa alla Sorgente



**Modalità Backward - Calcolo delle Concentrazioni Soglia di Rischio CSR**

$$CSR = \frac{C_{POE-acc}}{FT}$$

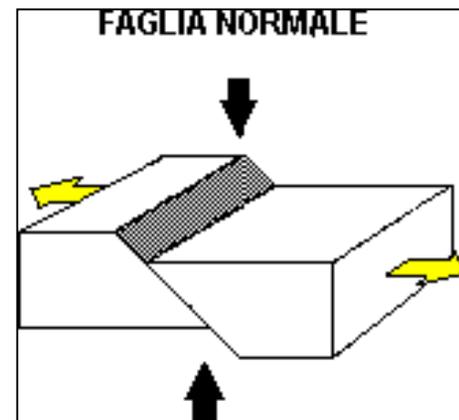


Dimensioni della sorgente

## Criteri per la suddivisione in subaree

1

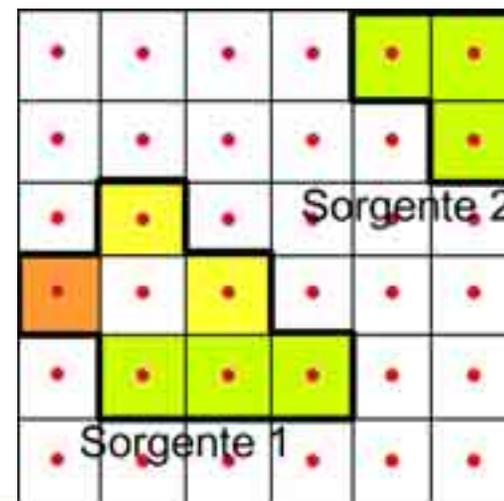
Disomogeneità delle caratteristiche **geologiche** ed **idrogeologiche** all'interno dell'area perimetrata (Es. faglie, diverse direzioni della falda)



|                   |                   |                               |
|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| lotto resid.<br>A | lotto resid.<br>B | lotto industriale commerciale |
| lotto resid.<br>C | lotto resid.<br>D |                               |
| lotto resid.<br>E | lotto resid.<br>F |                               |

2

Differenze nell'utilizzo dell'area perimetrata, nelle modalità di **esposizione** e/o nella tipologia dei **recettori** esposti.



3

Differenziazione di **tipologia** ed **origine** della **contaminazione** all'interno dell'area perimetrata

## Sorgenti secondarie di contaminazione



**SUOLO  
SUPERFICIALE**



**SUOLO  
PROFONDO**

**FALDA**



## Caso teorico: 2 sorgenti nella stessa matrice

Contaminante X

Contaminante Y

Contaminante X e Y

|   |    |    |   |            |   |
|---|----|----|---|------------|---|
| 1 | 7  | 13 | • | Sorgente 2 |   |
| 2 | 8  | 14 | • |            |   |
| 3 | 9  | 15 | • | •          | • |
| 4 | 10 | 16 | • | •          | • |
| 5 | 11 | 17 | • | •          | • |
| 6 | 12 | 18 | • | •          | • |

Sorgente 2

CRS = Cmax

Sorgente 1?

CRS = UCL 95%

Vanno considerate nella sorgente le celle 6 – 10 – 13 – 14 – 15 – 18 ?

## Nearest neighbour analysis

6

3 celle su 3:  $C > CSC$

10

7 celle su 8:  $C > CSC$

13



2 celle su 5:  $C > CSC$

## Delimitazione della sorgente 1

14

|   |    |   |
|---|----|---|
| 7 | 13 | • |
| 8 | 14 | • |
| 9 | 15 | • |

3 celle su 8:  $C > CSC$

15

|    |    |   |
|----|----|---|
| 8  | 14 | • |
| 9  | 15 | • |
| 10 | 16 | • |

3 celle su 8:  $C > CSC$

18

|    |    |   |
|----|----|---|
| 11 | 17 | • |
| 12 | 18 | • |

|   |    |    |   |          |   |
|---|----|----|---|----------|---|
| 1 | 7  | 13 | • | Sorgente |   |
| 2 | 8  | 14 | • | 2        | • |
| 3 | 9  | 15 | • | •        | • |
| 4 | 10 | 16 | • | •        | • |
| 5 | 11 | 17 | • | •        | • |
| 6 | 12 | 18 | • | •        | • |

3 celle su 5:  $C > CSC$

## Se ci fosse un punto isolato?

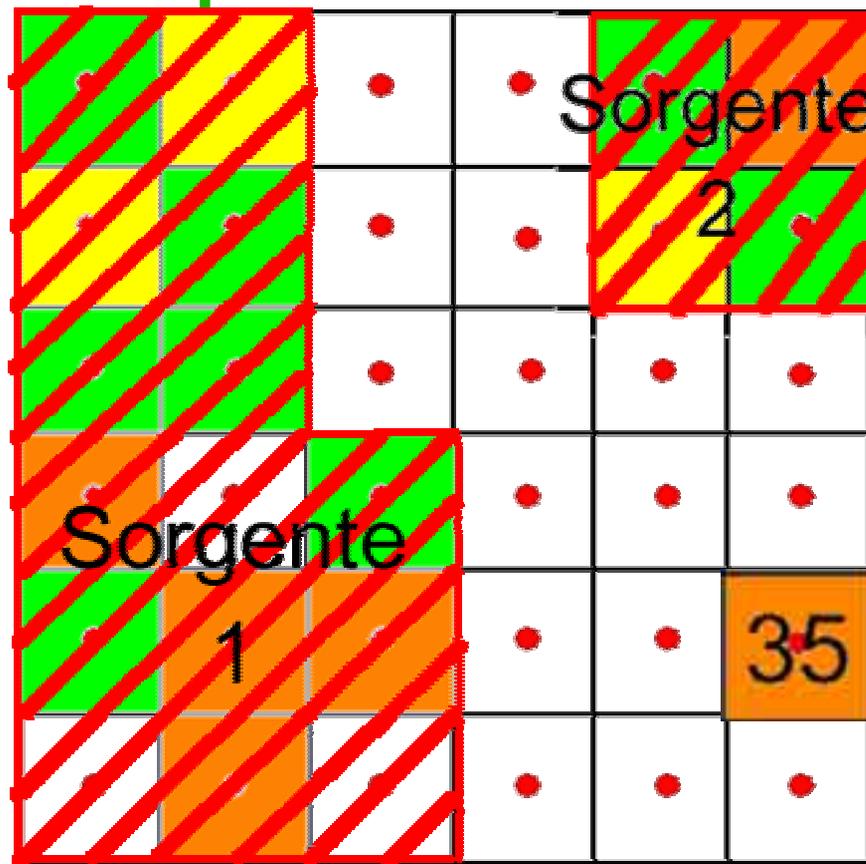
35

Di che fa parte la cella 35?

Sorgente 1?

Sorgente 2?

Eventuale sorgente 3?

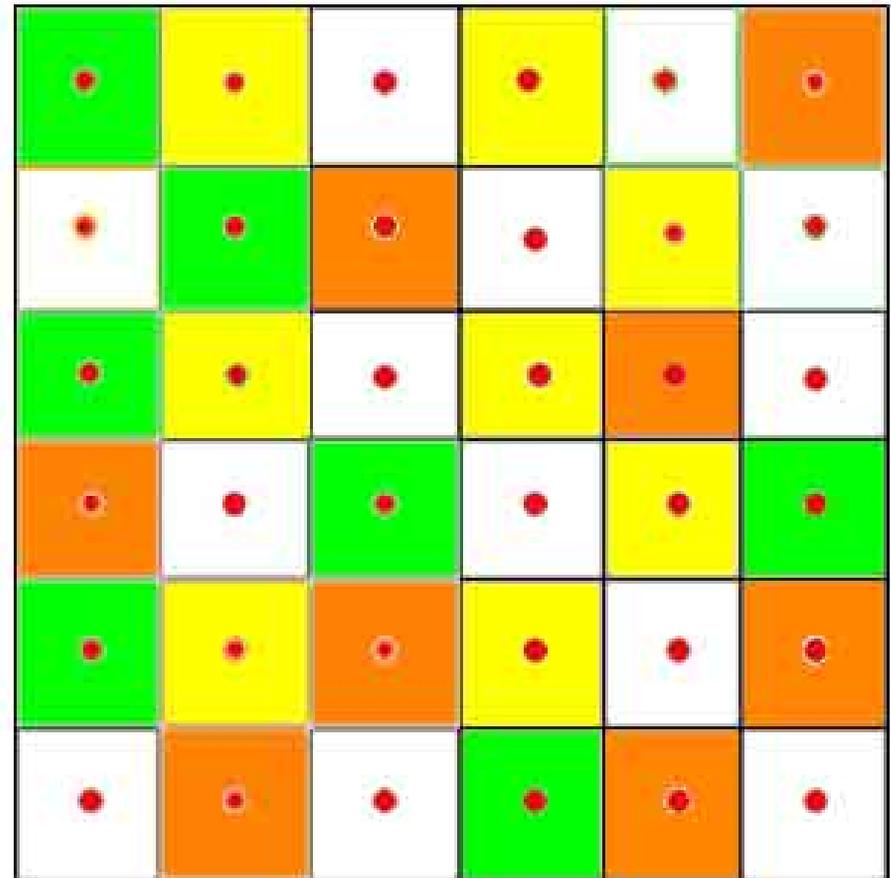


**Calcolo del Variogramma**

## Se non si riescono a delimitare delle subaree?

Se non si riescono a delimitare sorgenti a causa di una contaminazione a macchia di leopardo, si prende **TUTTO IL SITO SORGENTE**.

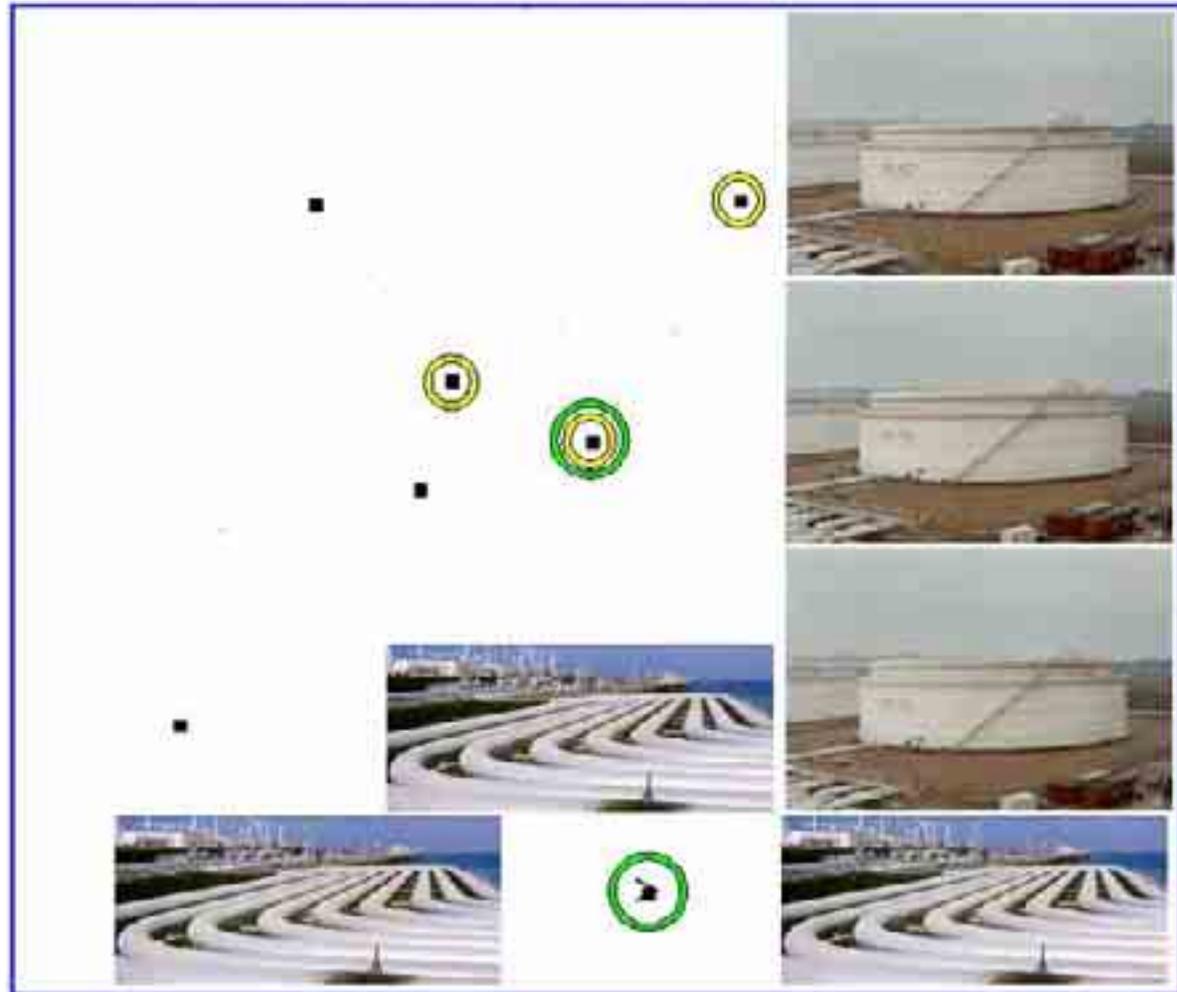
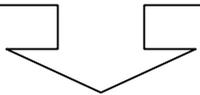
Possibile criterio:



**> 50% dei sondaggi**

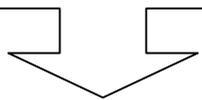
## Campionamento ragionato?

Campionamento  
ragionato

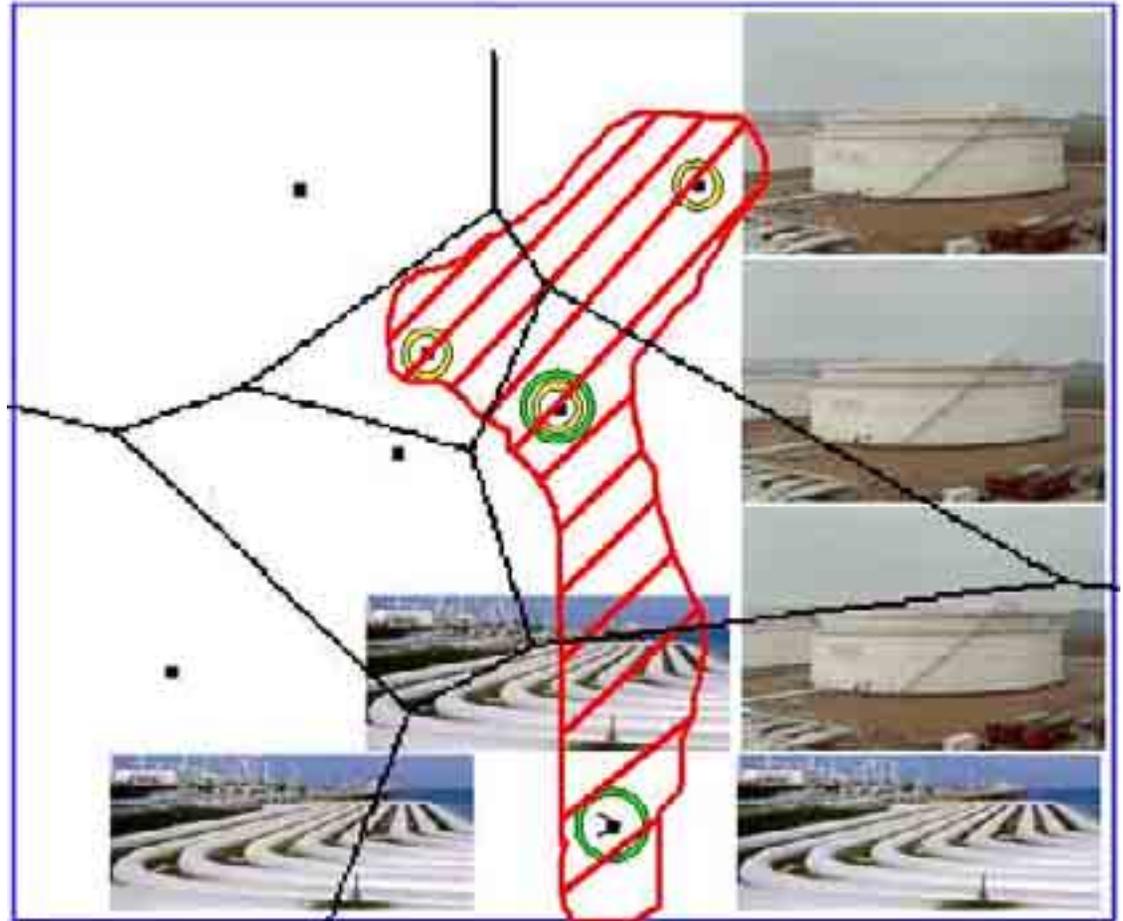
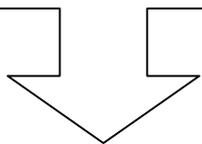


## Campionamento ragionato?

Campionamento  
ragionato

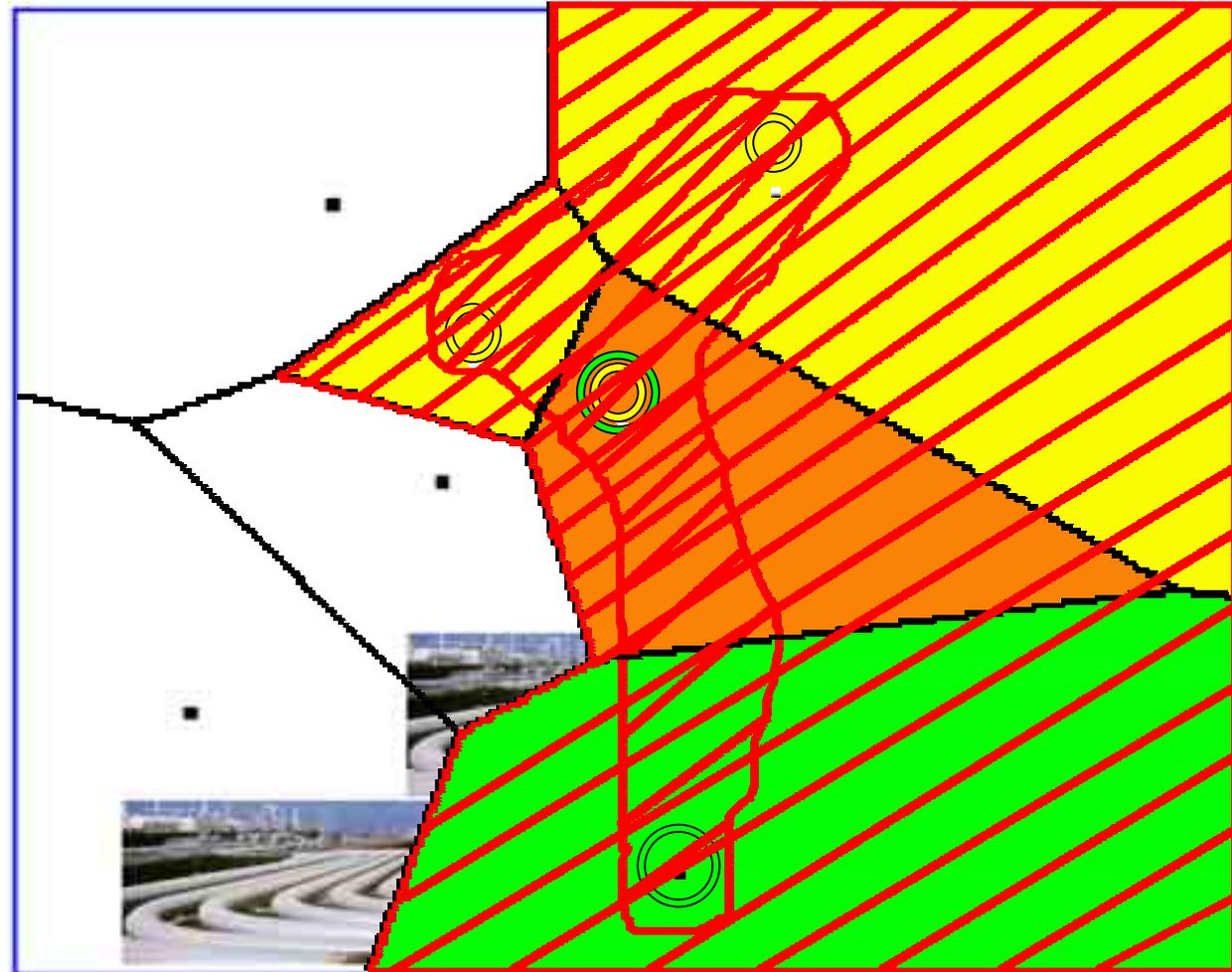
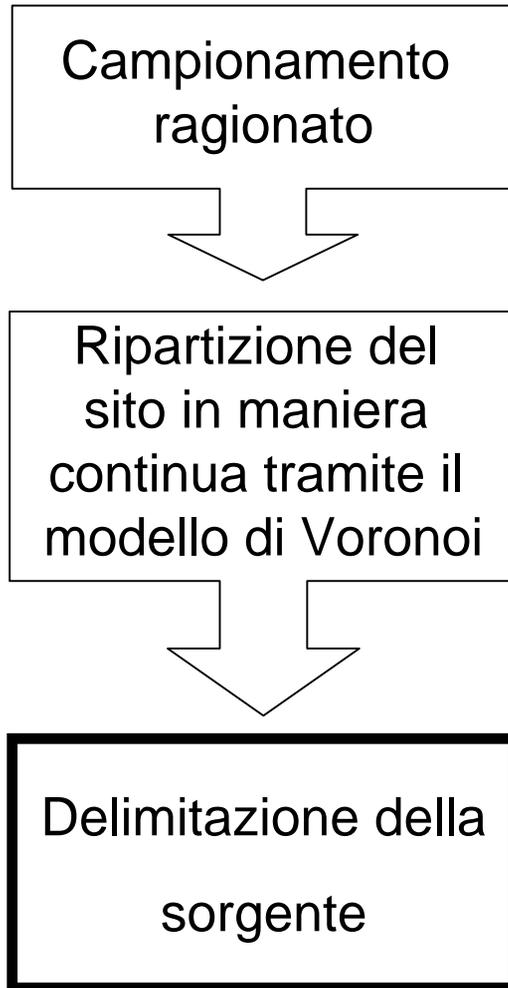


Ripartizione del  
sito in maniera  
continua tramite il  
**modello di Voronoi**



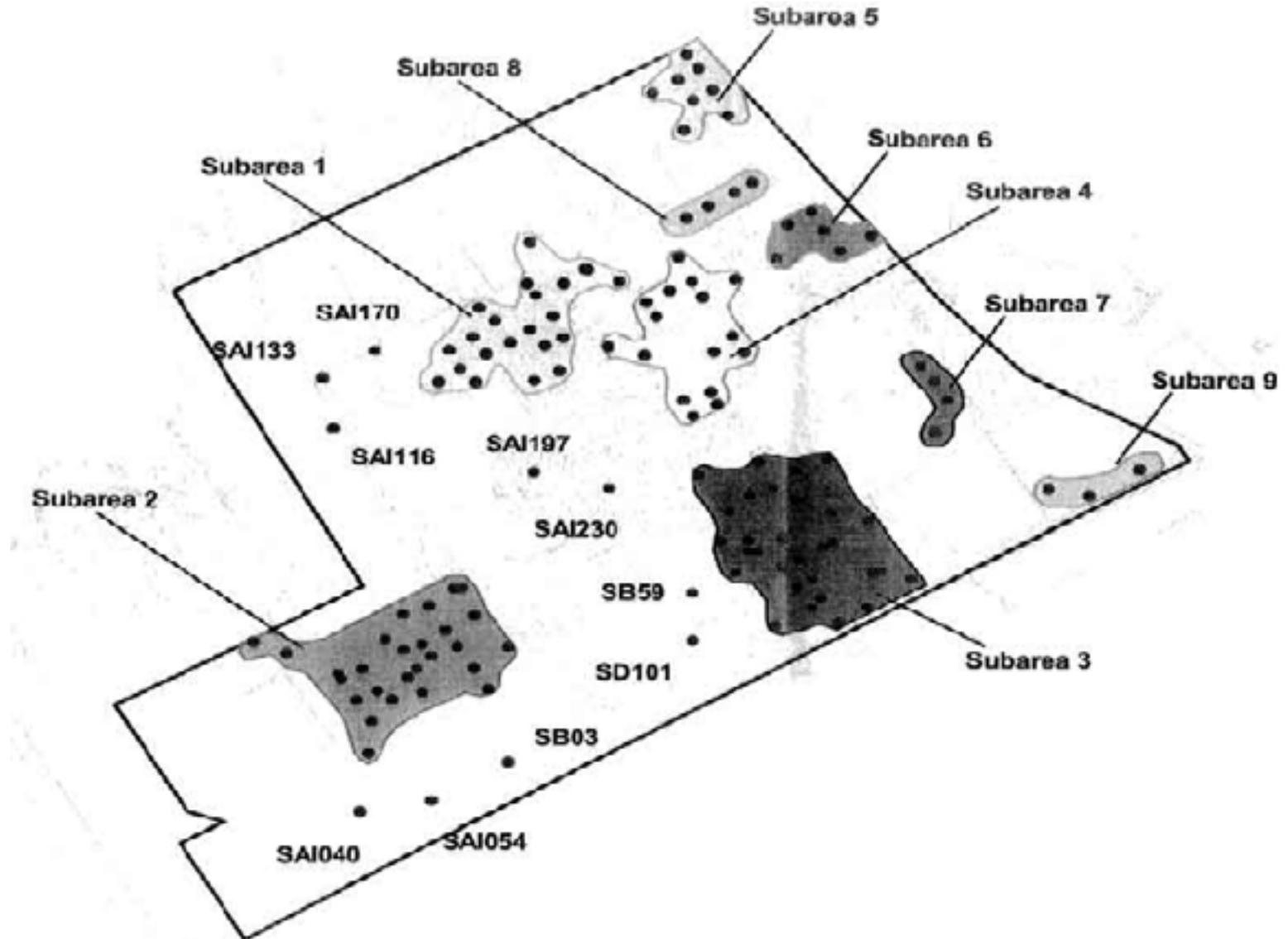
Ogni regione contiene esattamente un punto del set dato ed ha la proprietà di contenere tutti i punti di quel piano che sono più vicini a quel punto piuttosto che ad un altro

## Campionamento ragionato?

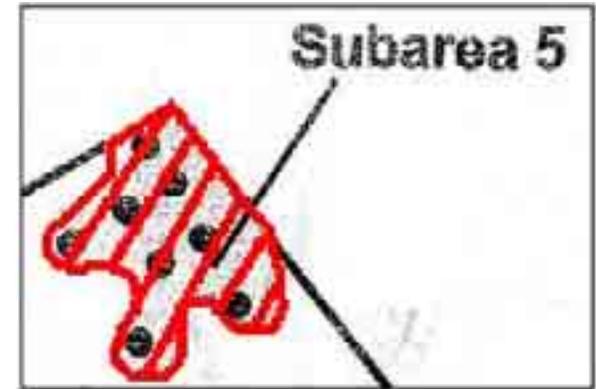
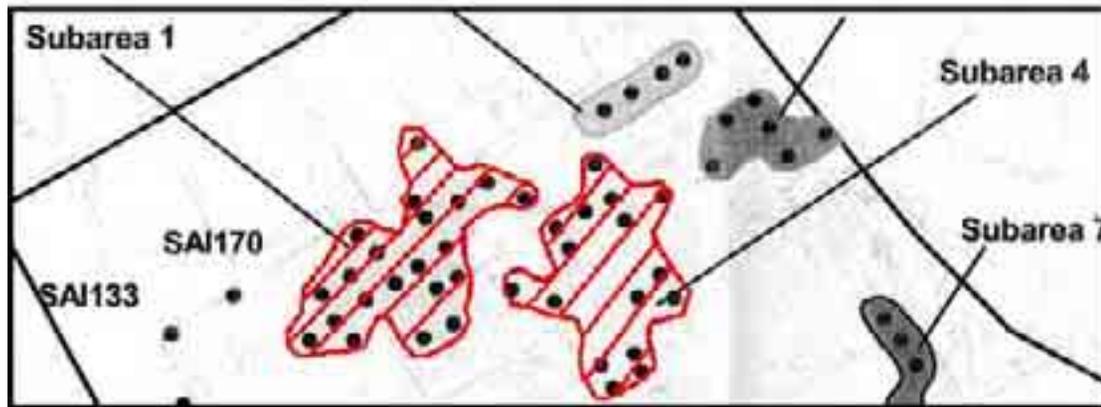


Ogni regione contiene esattamente un punto del set dato ed ha la proprietà di contenere tutti i punti di quel piano che sono più vicini a quel punto piuttosto che ad un altro

## Caso reale: AdR backward



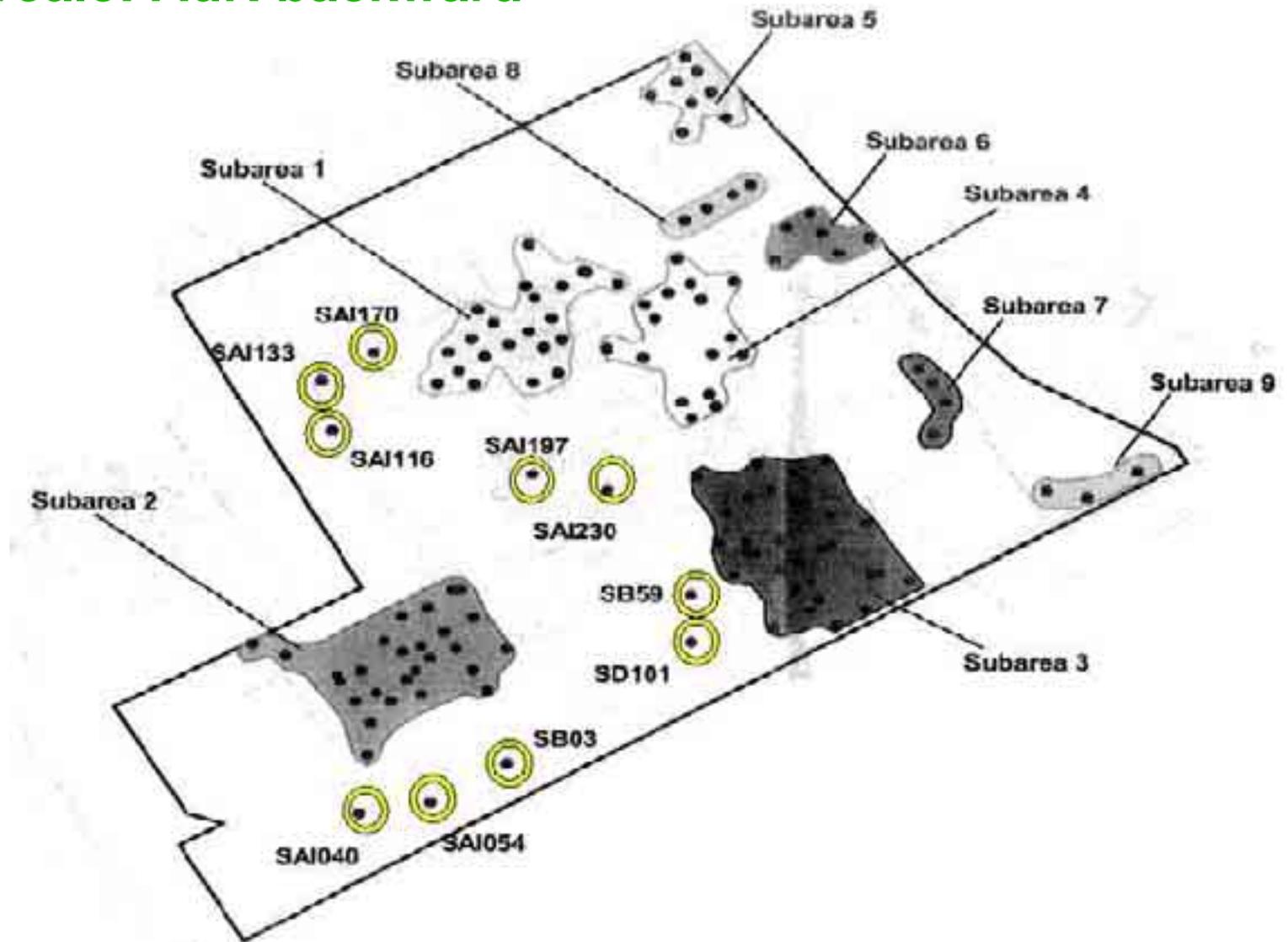
## Caso reale: AdR backward



### Errori

- 1) Non si può delimitare una sorgente passando a fianco di un sondaggio
- 2) Alcune delle subaree non sono spazialmente distinte
- 3) Non sono state prese in considerazione 10 punti "isolati" di superamento delle CSC

## Caso reale: AdR backward



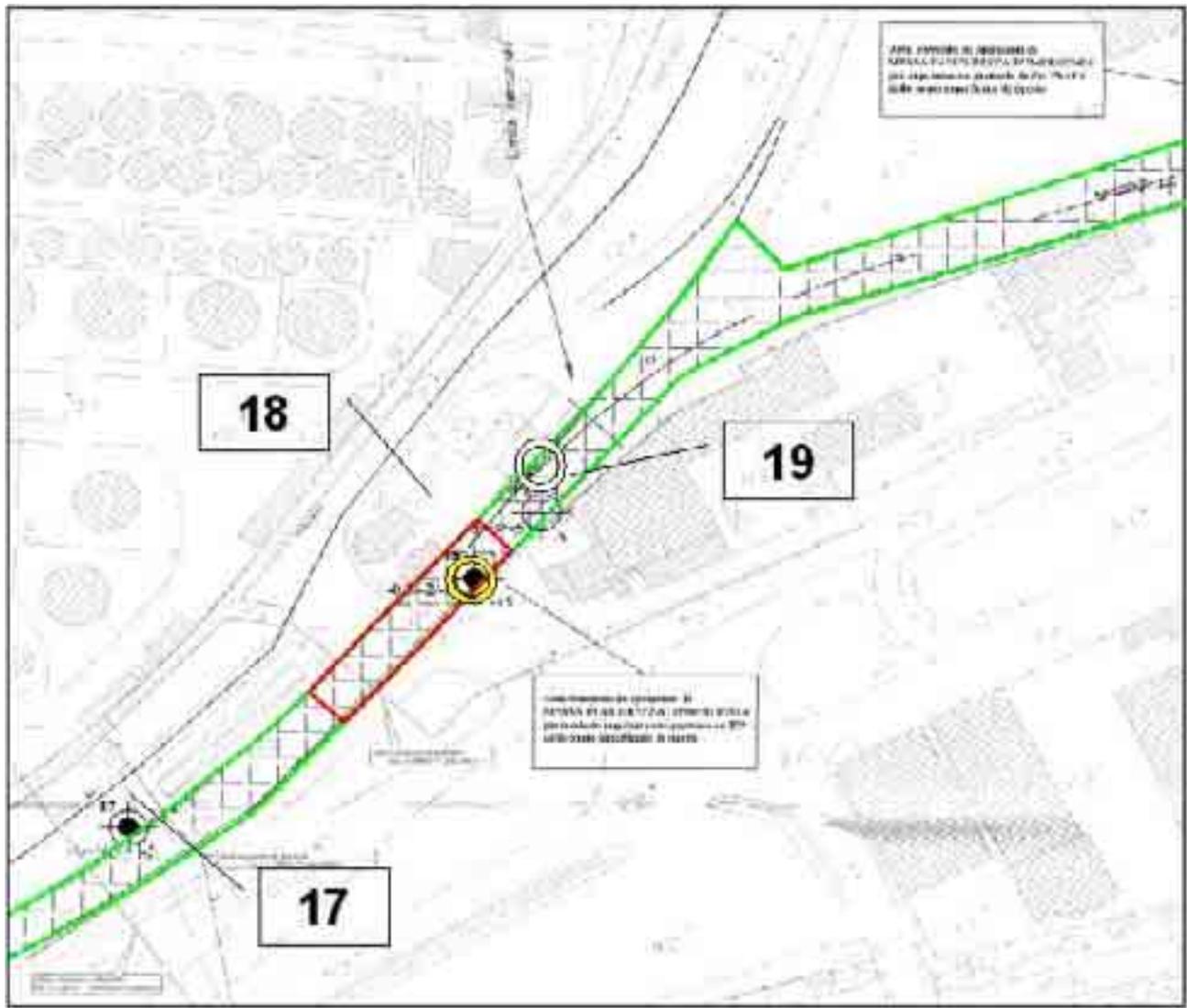
# Caso reale: AdR secondo DM 471/99

1 sondaggio > CLA  
su **22** sondaggi

Dimensioni sorgente  
**5 m x 20 m**

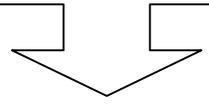
Minimum exp. area  
**50 m x 50 m**

Continua....

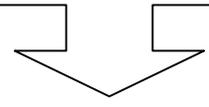


# Caso reale: AdR secondo DM 471/99

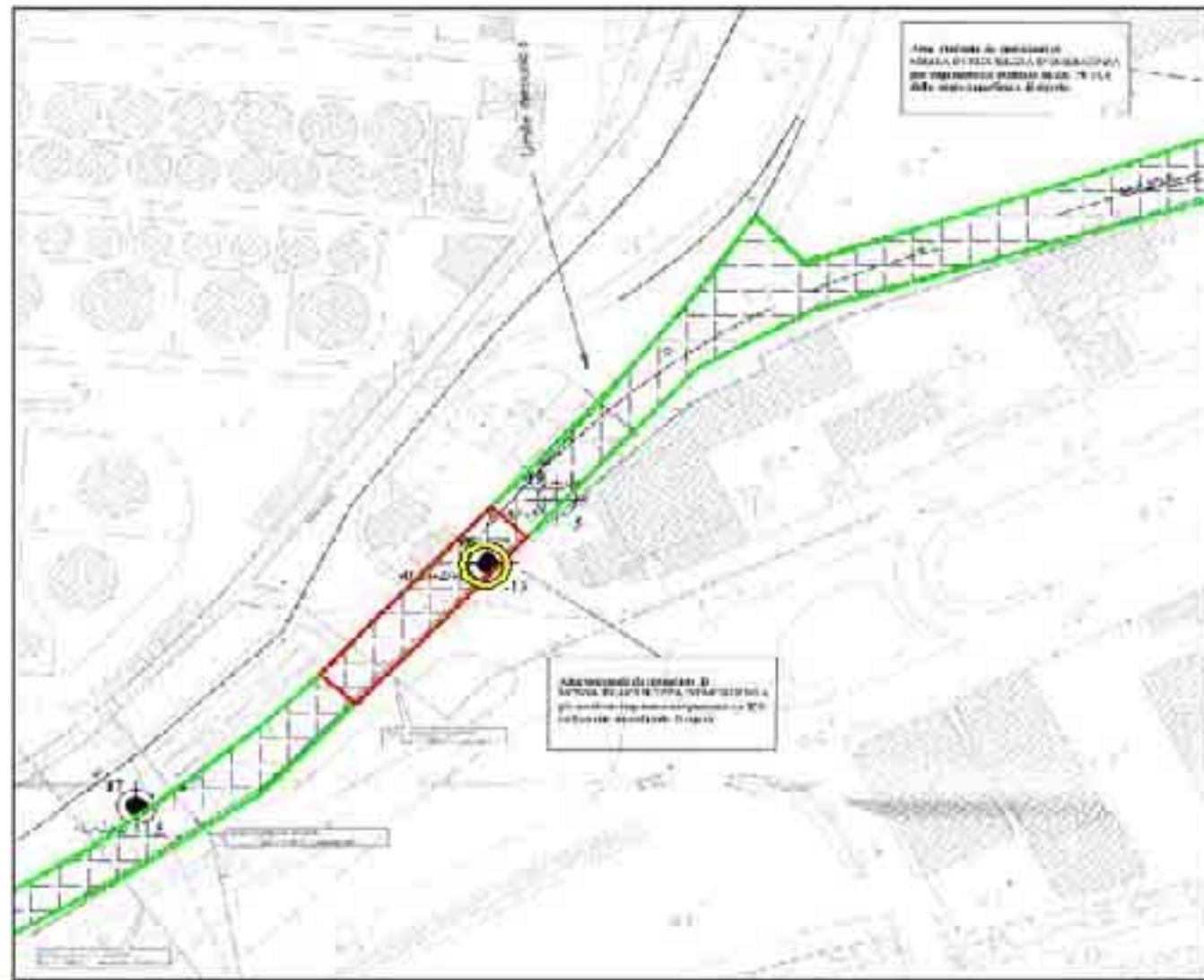
Documentata  
inaccessibilità



Manutenzione  
Max 5 giorni/anno

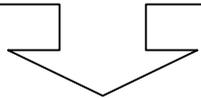


Rischio accettabile

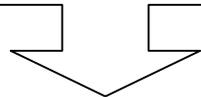


## Caso reale: AdR secondo DM 471/99

Documentata  
inaccessibilità



Manutenzione  
Max 5 giorni/anno



Rischio **accettabile**

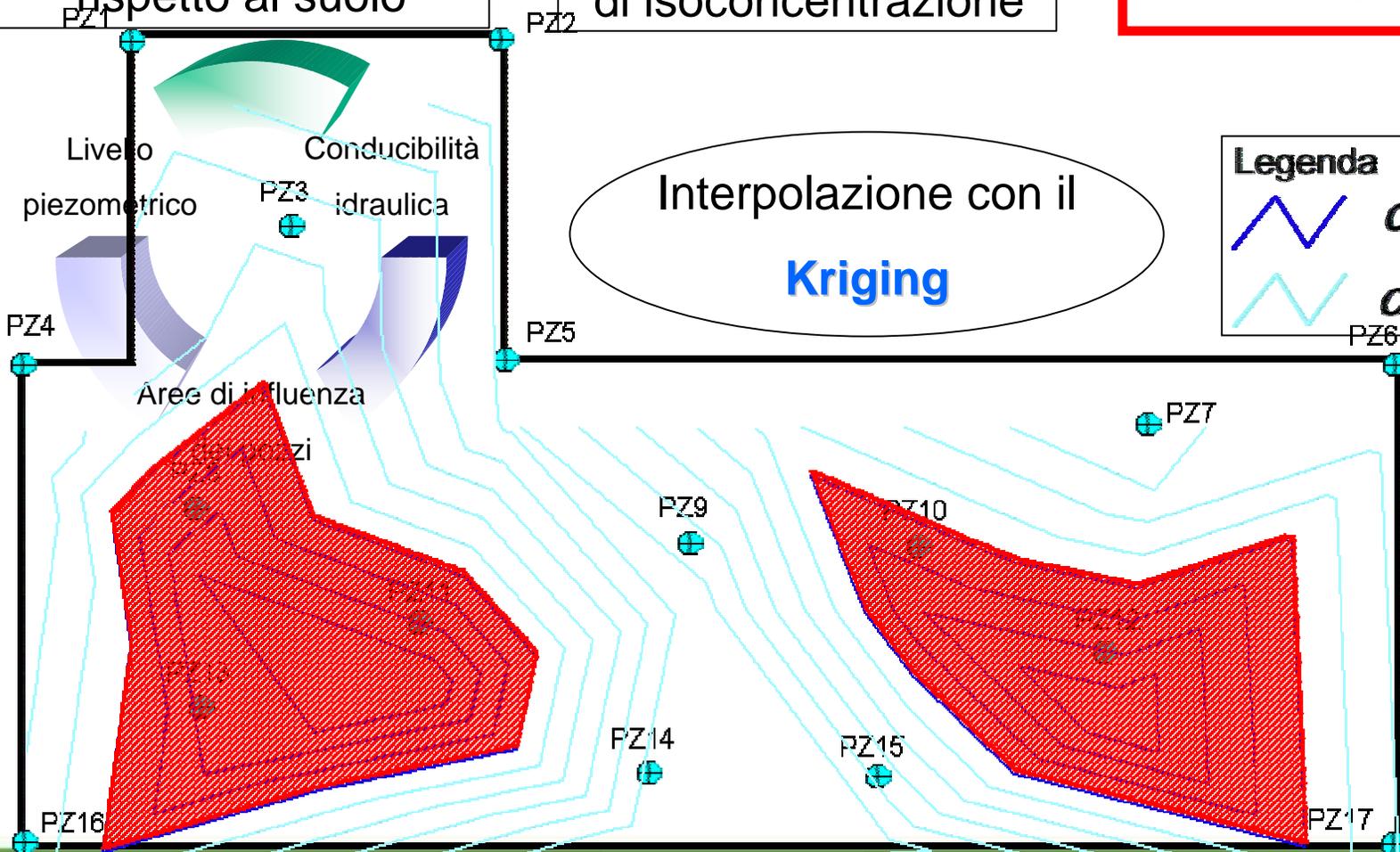


# Variabilità spaziale in falda

La falda è una variabile spaziale più continua rispetto al suolo

Ripartizione del sito attraverso le mappe di isoconcentrazione

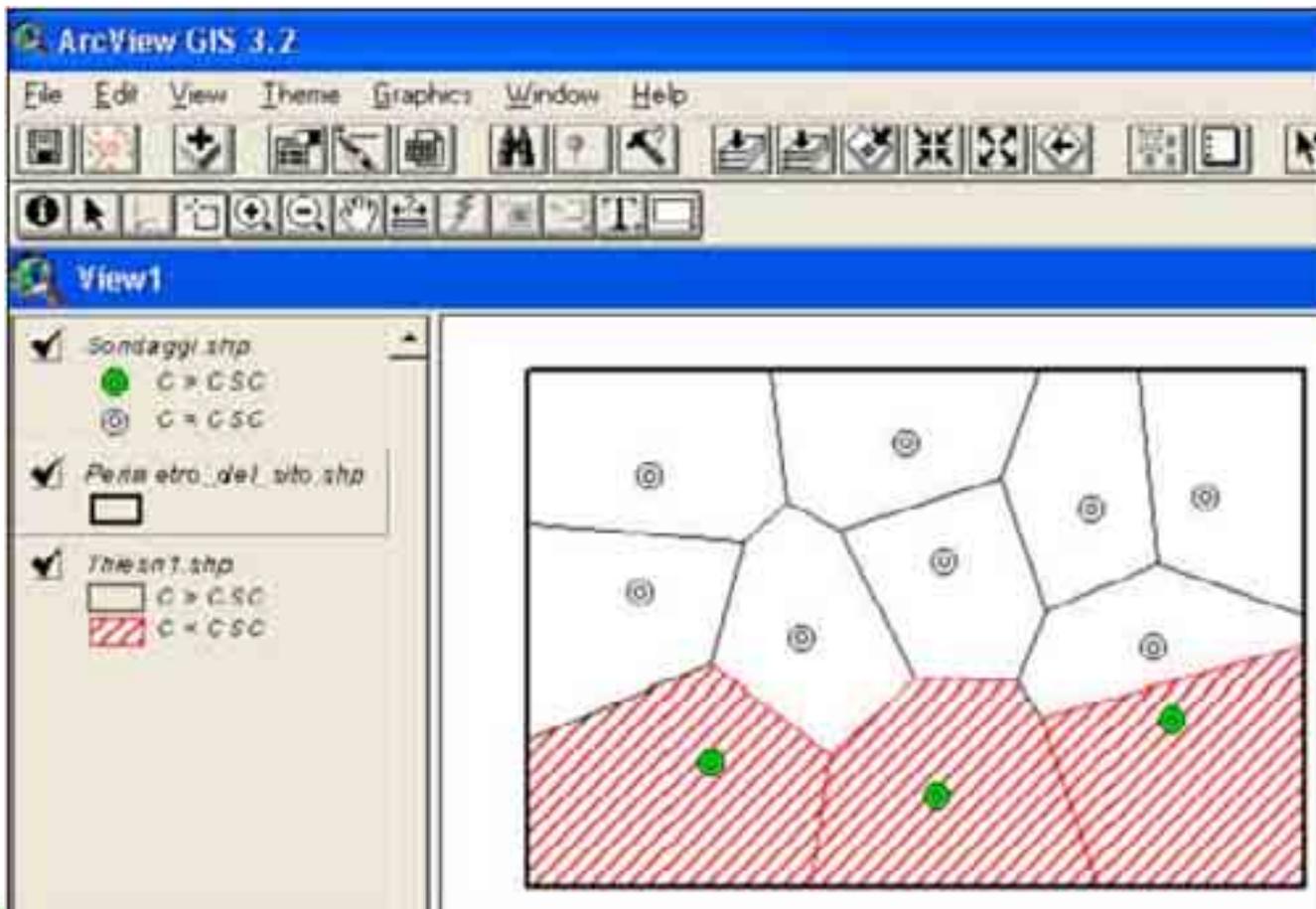
Delimitazione della sorgente



# Come creare i poligoni di Thiessen?

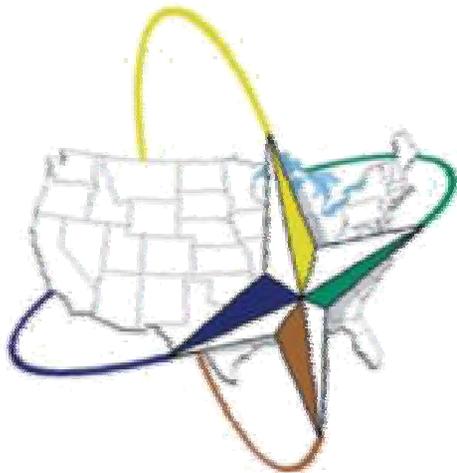
Arcview 3.2/ArcGIS 9.2

Mapinfo Professional 8.5



# Software utili per analisi sulla sorgente

<http://www.epa.gov/region5fields/>



**FIELDS**  
Field Environmental  
Decision Support

## Progettazione del piano di campionamento

Casuale, sistematico, campionamento per fasi, interfaccia con GPS

## Interfaccia con database

Importazione, manipolazione e queries sui dati

## Modellazione

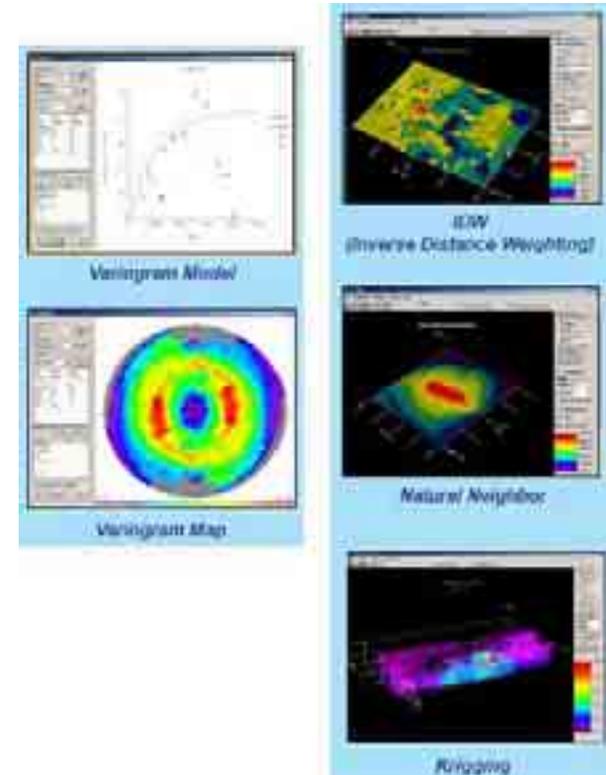
Trasformazioni; validazione per inverso della distanza e per il natural neighbour

## Analysis Tools

Stima dell'errore, AdR sanitario ed ecologico

## F/S Plus

Visualizzazione 2D/3D, creazione di sezioni



## Software utili per analisi sulla sorgente

<http://www.tiem.utk.edu/~sada/index.shtml>



Visualizzazione dati  
 Statistiche sui dati  
 Analisi geospaziali  
 AdR sanitario  
 AdR ecologico  
 Analisi decisionali

