

Università degli Studi di Napoli “Federico II”



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale

CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO
(Classe delle Lauree in Ingegneria Civile ed Ambientale, Classe N.L-7)

PRESENTAZIONE DELLA TESI DI LAUREA
“Contaminazione naturale e antropica da fluoruri nelle falde della Piana
del Garigliano”

Relatore
Ch.ma Prof.ssa Daniela Ducci

Candidata
Floriana Miccio
N49/46

Correlatore
Ing. Mariangela Sellerino

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

Scopo della tesi

In questo lavoro di tesi sono stati analizzati i livelli di inquinamento da fluoruri nelle falde della Piana del Garigliano, tenendo in considerazione i valori di fondo naturali.

Sulla base della normativa europea e nazionale:



lo stato chimico di un corpo idrico può essere considerato come “buono” in relazione all’esistenza di condizioni naturali, non influenzate da impatti antropici, anche se queste condizioni mostrano una qualità della risorsa non adatta all’uso idropotabile.

In questo contesto si inserisce lo sviluppo di metodologie per la stima dei livelli di fondo naturale, o NBL (Natural Background Levels), ovvero il “valore di concentrazione di una sostanza in un corpo idrico sotterraneo corrispondente all’assenza di alterazioni antropiche o presenti in minima parte”. La stima dell’NBL permette di definire se l’origine dell’inquinamento presente sia di tipo antropico o naturale e quindi se sono necessarie o meno opere di bonifica.

Fluoro e ambiente

Oggetto di questo studio sono i fluoruri.

L'inquinamento di una falda può avvenire per:

- cause artificiali ➡ tramite immissione di sostanze inquinanti nell'ambiente;
- cause naturali ➡ il contenuto di fluoro dipende dal tipo di roccia attraversata.

Il fluoro è un elemento importante per gli animali e gli esseri umani, ma allo stesso tempo consumi elevati aumentano i rischi per la salute:

| <i>Concentrazione (mg/l)</i> | <i>Effetti sulla salute</i> |
|------------------------------|--|
| 0.0 | Crescita limitata |
| 0.0-0.5 | Carie dentarie |
| 0.5-1.5 | Previene l'indebolimento dei denti con effetti benefici sulla loro salute |
| 1.5-4.0 | Fluorosi dentaria (chiazzeria dei denti) |
| 4.0-10.0 | Fluorosi dentaria. Fluorosi scheletrica (dolori alla schiena e alle ossa del collo) |
| >10.0 | Fluorosi deformante |

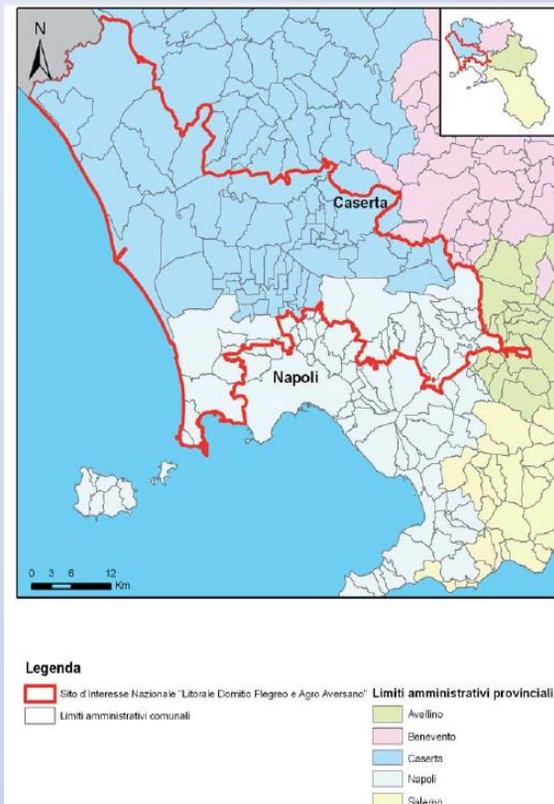
Effetti sulla salute umana dello ione fluoruro disciolto nelle acque (Cortecci, 2006)

Il progetto

LIFE11/ENV/IT/275 ECOREMED

La strategia tematica dei suoli dell'UE (COM (2006) 232) richiede agli Stati membri di identificare:

- le aree soggette a rischio e stabilire le misure di riduzione del rischio stesso;
- i siti contaminati e definire le strategie nazionali di bonifica.



Limite del SIR "Litorale Domizio Flegreo ed Agro Aversano" (Arpac, 2008)

Strettamente collegato ai principi ambientali europei è il problema della contaminazione nel SIR Litorale Domizio-Agro Aversano, di cui fa parte la Piana del fiume Garigliano.

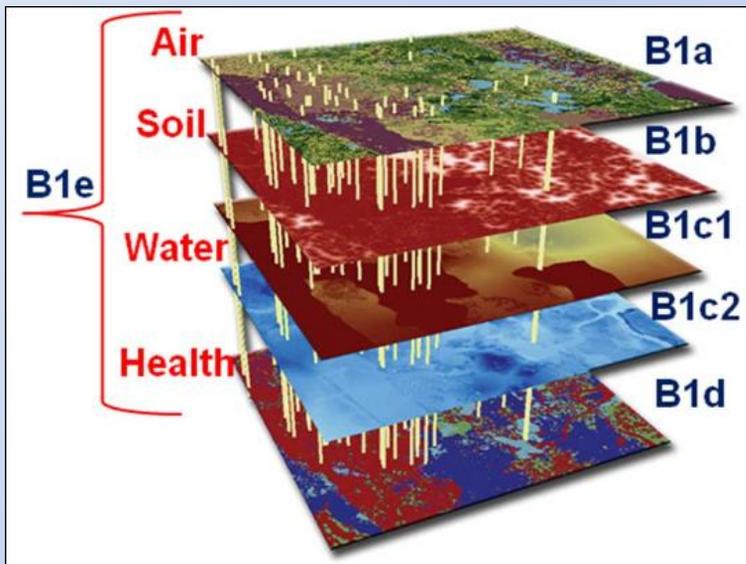
Essendo impossibile qualsiasi operazione di bonifica su larga scala, è necessario circoscrivere i settori realmente inquinati.

Con tale scopo nasce il progetto ECOREMED

Punto di partenza
del progetto:

Azione B1

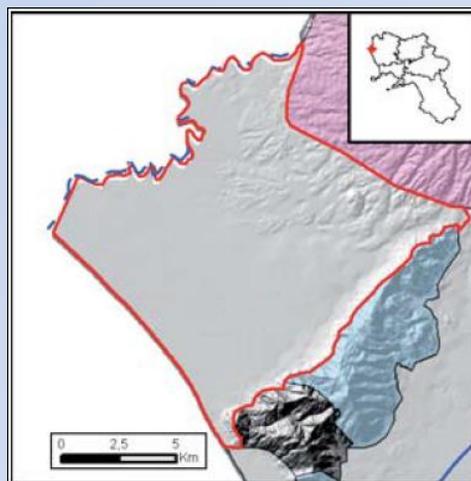
Caratterizzazione
ambientale di tutta
l'area attraverso la
costruzione di una
cartografia GIS.



Matrici interessate dall'azione B1 del progetto
LIFE11/ENV/IT/275 ECOREMED (www.ecoremed.it)

Sotto-azione B1c1

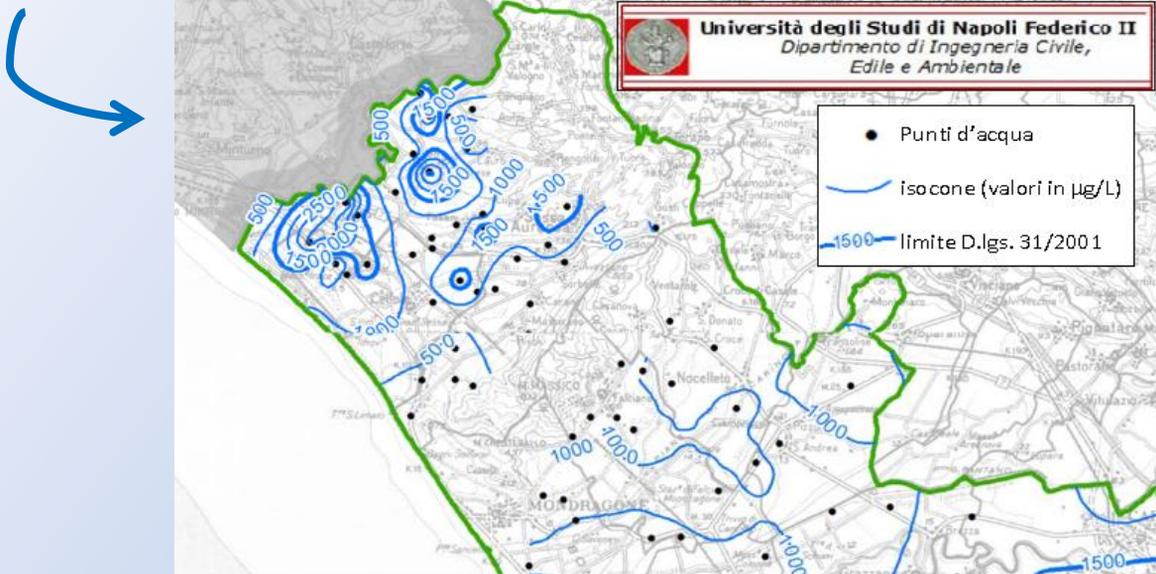
- Identificazione dei corpi idrici sotterranei
- Valutazione della qualità delle acque sotterranee
- Valutazione dei valori di fondo naturali per alcuni ioni (2006/118/CE)
- Definizione della suscettibilità all'inquinamento degli acquiferi



Il Corpo Idrico Sotterraneo della
Piana del Garigliano (Sogesid, 2005)

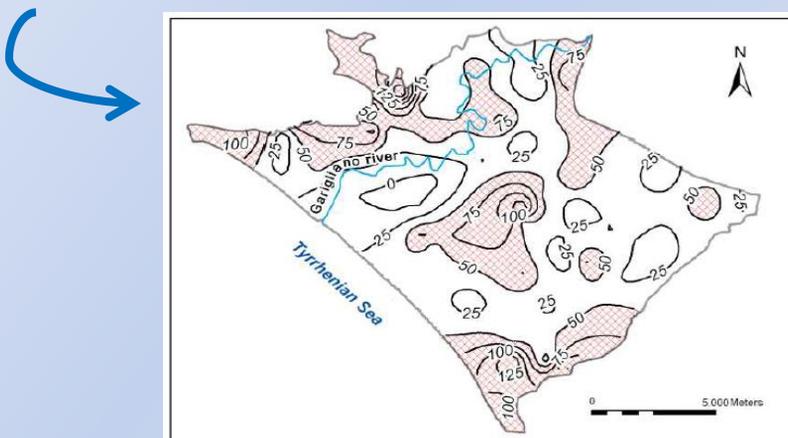
Idrogeochimica della Piana del Garigliano

Elevato contenuto di fluoruri.



Carta della distribuzione dei fluoruri nelle acque sotterranee, sub-azione B1c1 – Piana del Garigliano (www.ecoremed.it)

Elevato contenuto di nitrati.



Distribuzione NO₃ nelle acque sotterranee in mg/L
(aprile - maggio 2009) (Ducci et al., 2010)

Appare evidente la necessità di identificare i valori di fondo naturali e le soglie di contaminazione per l'uso agricolo dei suoli.

I metodi di preselezione



Effettuata seguendo le indicazioni del protocollo ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), con l'applicazione del metodo della pre – selezione (PS), proposto nel Progetto Europeo BRIDGE.

I criteri di preselezione secondo il protocollo ISPRA escludono i campioni con:

- contaminanti organici in concentrazioni superiori di tre volte il limite di rilevazione;
- concentrazioni di cloruri >1000 mg/l;
- profondità e tipo di falda sconosciuta;
- sostanze innaturali (per esempio pesticidi);
- concentrazioni di nitrati >50 mg/l.

➤ NBL (*Natural Background Level*): 95° percentile delle serie temporali dei campioni non influenzati antropicamente

➤ TV (*Threshold Values*) stimato confrontando l'NBL:

- se $NBL < REF \rightarrow TV = (REF + NBL) / 2$

- se $NBL \geq REF \rightarrow TV = NBL$

(Standard di riferimento (REF) definito dalla normativa secondo D.Lgs. 16 marzo 2009, n. 30)

Elaborazioni

È stato esaminato nel corso del lavoro di tesi un set dati di 60 punti all'interno della Piana del Garigliano.

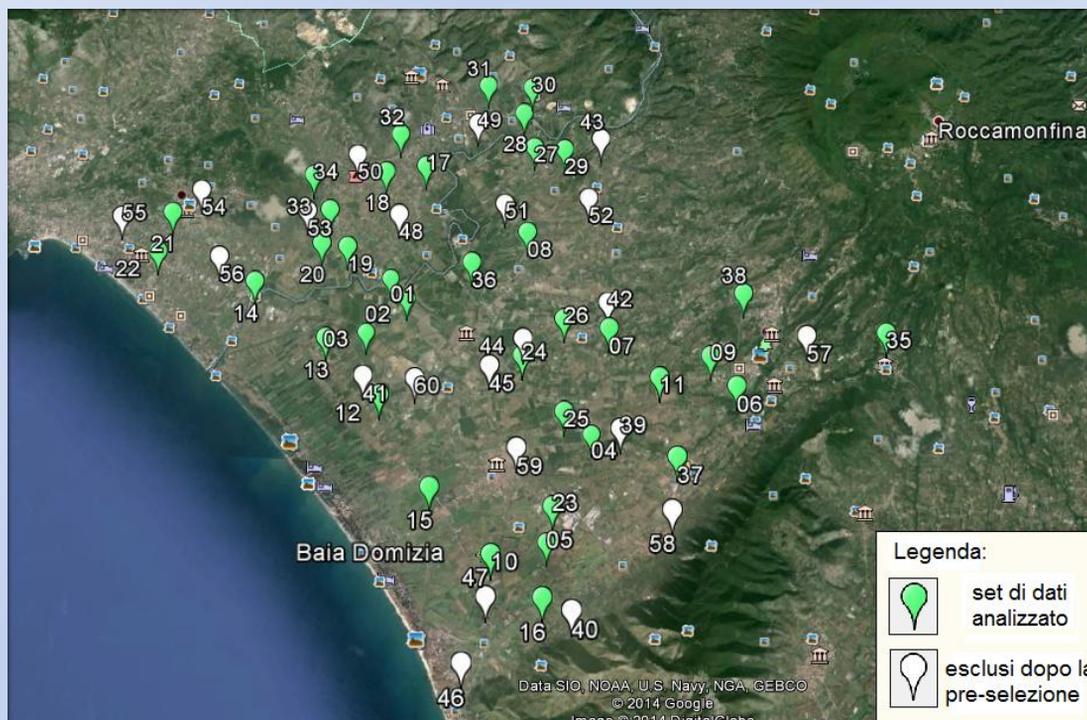
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | |
|----|--------|------|--------|---------|---------------|---------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|------|
| 1 | ID | ANNO | x | y | Salinità | Residuo fisso | Durezza totale*Fr | Azoto | ammoniaca | nitriti | nitri | |
| 2 | | | | | Conducibilità | a 180° | mg/L | NO2, mg/L | NH3, mg/L | NO3, mg/L | fluoruri | |
| 3 | | | | | mS/cm | | | | | | µg/L | |
| 4 | | | | | | | | | | | | |
| 42 | GAR_37 | 2009 | 405330 | 4565360 | 518 | 388,5 | 14,3 | <0,02 | <0,2 | | 33,6 | 620 |
| 43 | GAR_38 | 2009 | 403540 | 4568540 | 736 | 552 | 24,1 | | 0,03 | <0,2 | 88,1 | 580 |
| 44 | GAR_39 | 2009 | 404210 | 4570240 | 509 | 381,75 | 13,3 | <0,02 | <0,2 | | 11,1 | 2600 |
| 45 | GAR_40 | 2009 | 403850 | 4571260 | 548 | 411 | 12,6 | <0,02 | <0,2 | | 28,5 | 820 |
| 46 | GAR_41 | 2009 | 405030 | 4570210 | 1192 | 894 | 64,6 | <0,02 | | 0,17 | 0,02 | 450 |
| 47 | GAR_42 | 2009 | 405770 | 4568780 | 566 | 424,5 | 23,2 | <0,02 | <0,2 | | 53,4 | 290 |
| 48 | GAR_43 | 2009 | 404020 | 4572040 | 242 | 181,5 | 3,5 | <0,02 | <0,2 | | 6,5 | 2670 |
| 49 | GAR_44 | 2009 | 402810 | 4572050 | 837 | 627,75 | 49,4 | <0,02 | | 0,15 | 28,3 | 20 |
| 50 | GAR_45 | 2009 | 400550 | 4570480 | 728 | 546 | 40,7 | <0,02 | <0,2 | | 34,6 | 190 |
| 51 | GAR_46 | 2009 | 398300 | 4568130 | 1656 | 1242 | 65,3 | <0,02 | <0,2 | | 110,48 | 1060 |
| 52 | GAR_47 | 2009 | 398890 | 4568190 | 515 | 386,25 | 23,2 | <0,02 | <0,2 | | 43,05 | 570 |
| 53 | GAR_48 | 2009 | 398340 | 4569180 | 834 | 625,5 | 39,5 | <0,02 | <0,2 | | 24,99 | 450 |
| 54 | GAR_49 | 2009 | 395410 | 4568500 | 1143 | 857,25 | 57,1 | <0,02 | <0,2 | | 108,19 | 513 |
| 55 | GAR_50 | 2009 | 393390 | 4567770 | 961 | 720,75 | 34,4 | | 0,32 | 10 | 103,11 | 390 |
| 56 | GAR_51 | 2009 | 396140 | 4566740 | 826 | 619,5 | 39,1 | | 0,96 | <0,2 | 65,06 | 430 |
| 57 | GAR_52 | 2009 | 411600 | 4565110 | 682 | 511,5 | 33,1 | <0,02 | <0,2 | | 70,92 | 380 |
| 58 | GAR_53 | 2009 | 413630 | 4565250 | 237 | 177,75 | 3,9 | <0,02 | <0,2 | | 7,55 | 1060 |
| 59 | GAR_54 | 2009 | 402800 | 4566840 | 364 | 273 | 9,5 | <0,02 | <0,2 | | 22,73 | 630 |
| 60 | GAR_56 | 2009 | 408400 | 4561830 | 644 | 483 | 24,7 | <0,02 | <0,2 | | 20,03 | 1000 |
| 61 | GAR_57 | 2009 | 408330 | 4560470 | 771 | 578,25 | 42,1 | <0,02 | <0,2 | | 52,21 | 890 |
| 62 | GAR_58 | 2009 | 404360 | 4561900 | 572 | 429 | 16,7 | <0,02 | <0,2 | | 78,77 | 760 |
| 63 | GAR_59 | 2009 | 401620 | 4563610 | 1012 | 759 | 42,7 | <0,02 | <0,2 | | 78,38 | 1770 |
| 64 | GAR_60 | 2009 | 409950 | 4566200 | 280 | 210 | 4,1 | <0,02 | <0,2 | | 8,3 | 1800 |
| 65 | | | | | | | | | | | | |

Dopo la pre-selezione



rimangono 38 punti di prelievo

Set di dati di partenza



Legenda:

- set di dati analizzato
- esclusi dopo la pre-selezione

Punti di campionamento

I percentili sono stati calcolati con il software ProUCL:

The screenshot shows the ProUCL 5.0 software interface. The main window displays statistical results for the variable 'fluorur1'. The 'Percentiles for Uncensored Dataset' table is as follows:

| Variable | NumObs | # Missing | 10%ile | 20%ile | 25%ile(Q1) | 50%ile(Q2) | 75%ile(Q3) | 80%ile | 90%ile | 95%ile | 99%ile |
|----------|--------|-----------|--------|--------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| fluorur1 | 37,00 | 1,000 | 264,0 | 450,0 | 460,0 | 820,0 | 1600 | 1824 | 2854 | 3192 | 3514 |

Valori statistici generali forniti dal software ProUCL, relativi ai valori di fluoruri rilevati nel corpo idrico sotterraneo della Piana del Garigliano

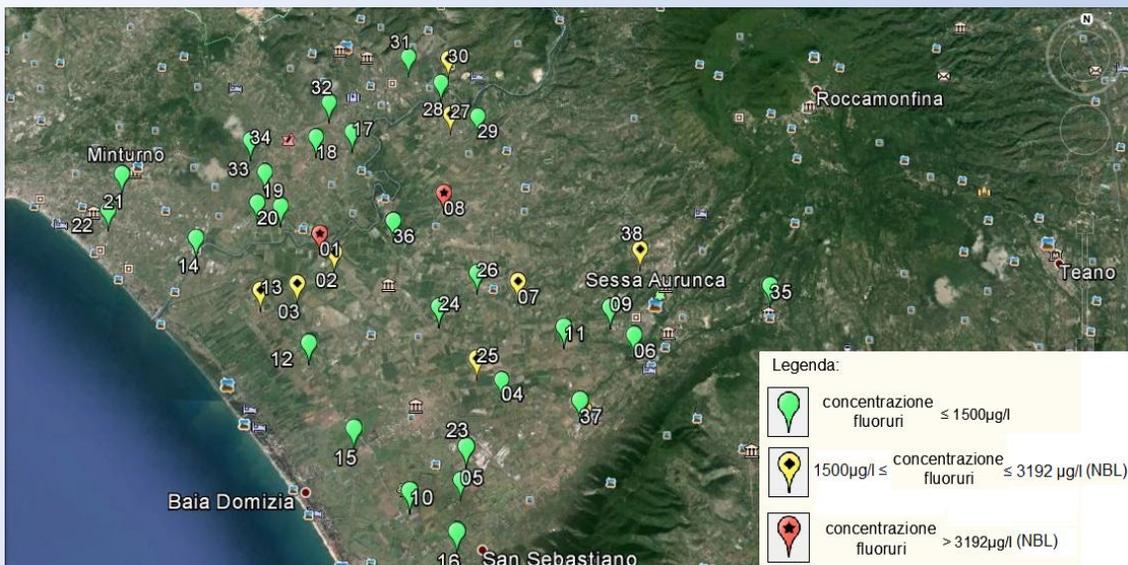
➤ Valore di fondo naturale per i fluoruri:

| | [F] (µg/l) |
|--------|------------|
| NBL 90 | 2854 |
| NBL 95 | 3192 |
| REF | 1500 |

➤ Valore soglia:

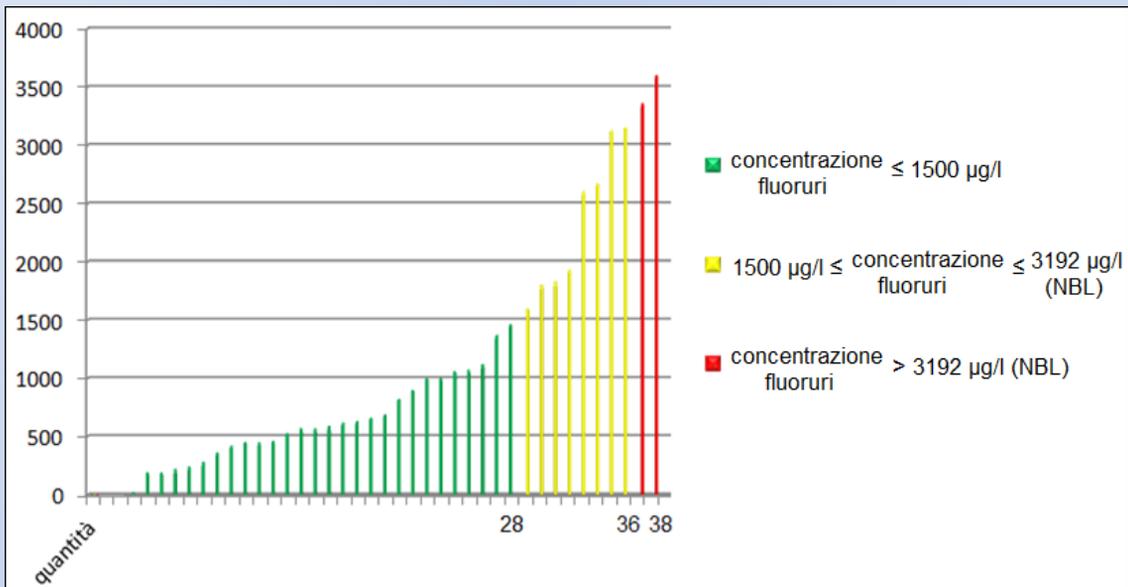
$$\text{NBL} \geq \text{REF} \rightarrow \text{TV} = \text{NBL} = 3192 \text{ µg/l}$$

Carta di distribuzione dei fluoruri:



Distribuzione delle concentrazioni di F stimate tramite NBL (mediante PS)

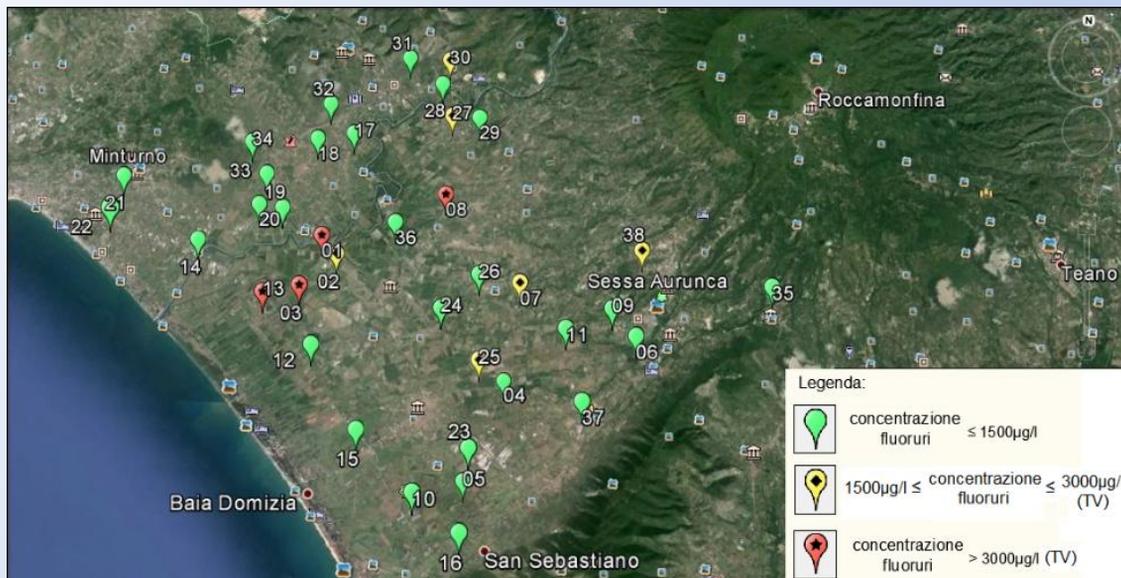
I valori elevati di fluoruri di 8 pozzi su 10 sono di origine naturale.



Classificazione quantitativa dei punti di campionamento secondo NBL

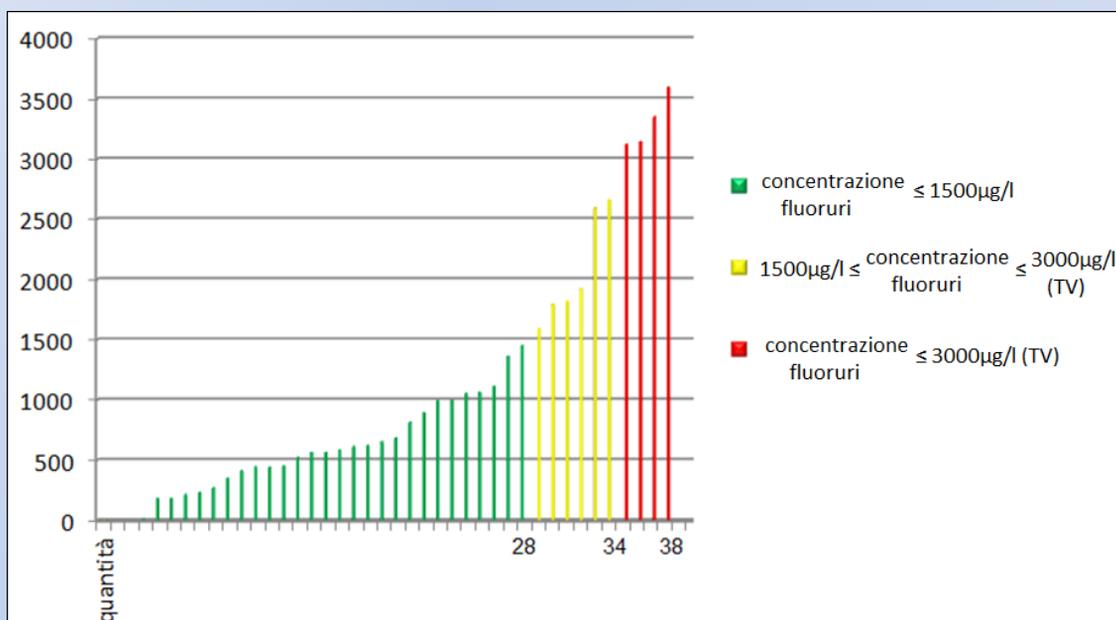
Solo due presentano un effettivo inquinamento da fluoruri.

Assunto il valore soglia TV ≈ 3000 (media tra l'NBL90 e l'NBL95),



Distribuzione delle concentrazioni di F secondo TV proposto (mediante PS)

risultano quattro i siti in cui i valori di fluoruri non sono di origine naturale.



Classificazione quantitativa dei punti di campionamento secondo il TV proposto

Conclusioni

Confronto dei valori di fluoruri con gli standard di riferimento (D.Lgs. 31/2001)

- chiusura per inquinamento da fluoruri di dieci pozzi su 38

Stima dei valori di fondo o NBL (D.Lgs. 30/2009):

$$TV = NBL (95^\circ) = 3192 \mu\text{g/l}$$

- valori elevati di fluoruri di 8 pozzi su 10 sono di origine naturale e solo due pozzi presentano un effettivo inquinamento da fluoruri e quindi sono "bonificabili"

Percentile proposto:

$$TV = 3000 \mu\text{g/l}$$

(valore medio tra l'NBL90 e l'NBL95)

- anche andando in via cautelativa sono solo quattro i siti in cui i valori di fluoruri non sono di origine naturale e quindi sono "bonificabili"

La metodologia adottata ha consentito, relativamente allo ione fluoruro, di circoscrivere i settori di falda degradati da bonificare.