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)

TESI DI LAUREA IN GEOLOGIA APPLICATA

"Presenza, distribuzione e mobilità dell'arsenico nelle falde acquifere dei Campi Flegrei"

Relatore
Ch.ma Prof.ssa Daniela Ducci

Correlatore
Ing. Mariangela Sellerino

Candidata
Roberta Palmiero
N49/92

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

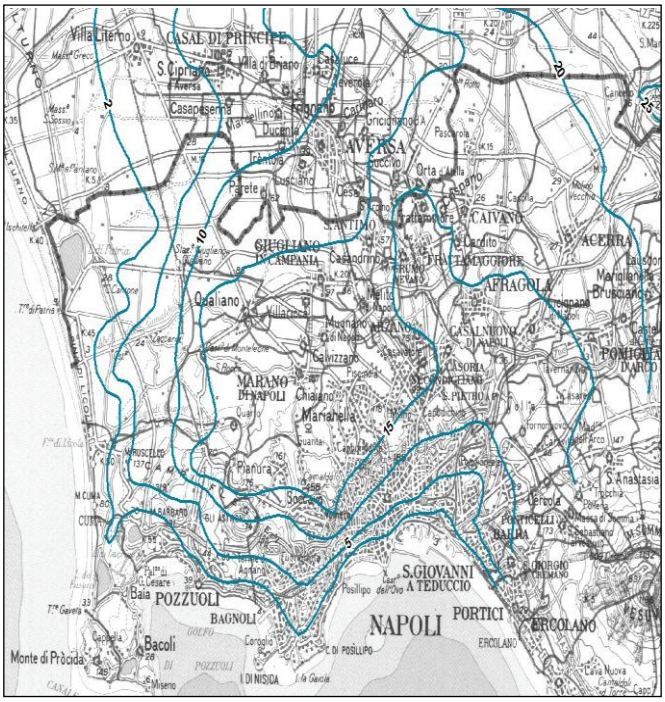
INTRODUZIONE

Alla luce del problema sanitario provocato dal consumo di arsenico, nel 1993 l'Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO) ha ridotto il limite accettabile della sua concentrazione nelle acque potabili da 50 a 10 µg/l.

Tuttavia tale inquinante, a differenza delle altre specie tossiche, nella maggior parte dei casi ha un'origine naturale connessa all'attività vulcanica, come nel caso dei Campi Flegrei.

Partendo dai risultati di una ricerca bibliografica, lo scopo della tesi è quello di esaminare la distribuzione dello ione arsenico nelle acque sotterranee dei Campi Flegrei, mediante rappresentazioni grafiche, statistiche ed elaborazioni GIS.

ASSETTO IDROGEOLOGICO



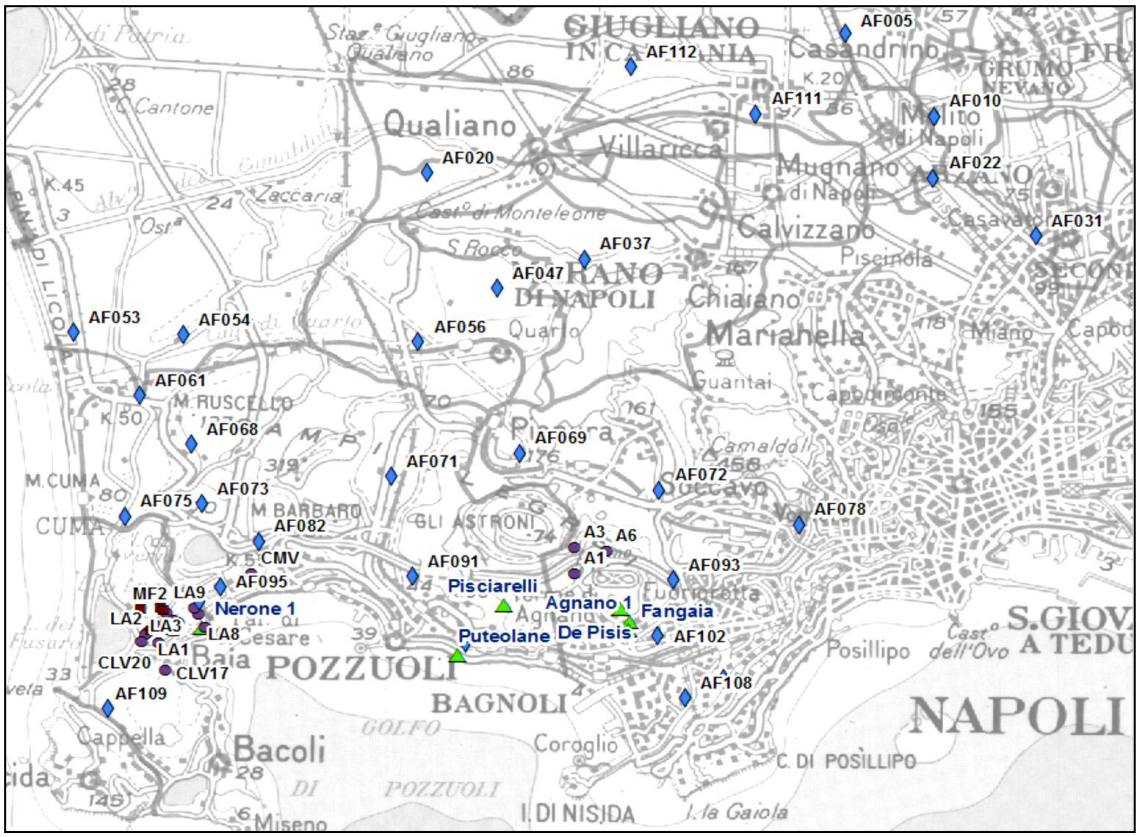
La falda flegrea può essere considerata un corpo idrico unico; infatti, anche se localmente esistono più falde sovrapposte, a livello generale queste si comportano come un'unica falda.

L'elevato grado di termalità delle acque e la loro forte mineralizzazione sono probabilmente dovuti alla presenza di un corpo magmatico sperficiale.

DATI DI PARTENZA

I dati a disposizione dalla letteratura riguardano analisi di campioni d'acqua prelevati da

- Pozzi eseguiti dalla società SAFEN (1939-1943)
- Pozzi eseguiti nell'ambito della Joint Venture AGIP-ENEL (1977-1985)
- Pozzi della rete di monitoraggio dell'ARPAC (2002-2010)
- Sorgenti idrotermali



Ubicazione dei punti d'acqua.

METODOLOGIA

Statistica descrittiva → BOX PLOT

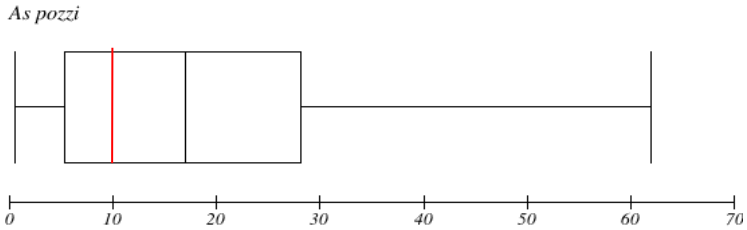
GIS → Software Surfer 10® ed ESRI® ArcMap 9.1™ → Kriging → Mappa dell'arsenico nei Campi Flegrei

Microsoft Excel → Grafici a dispersione

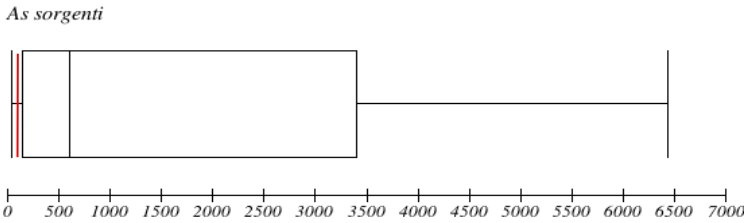
Microsoft Excel → Rappresentazione dati temporali

RISULTATI

BOX PLOTS



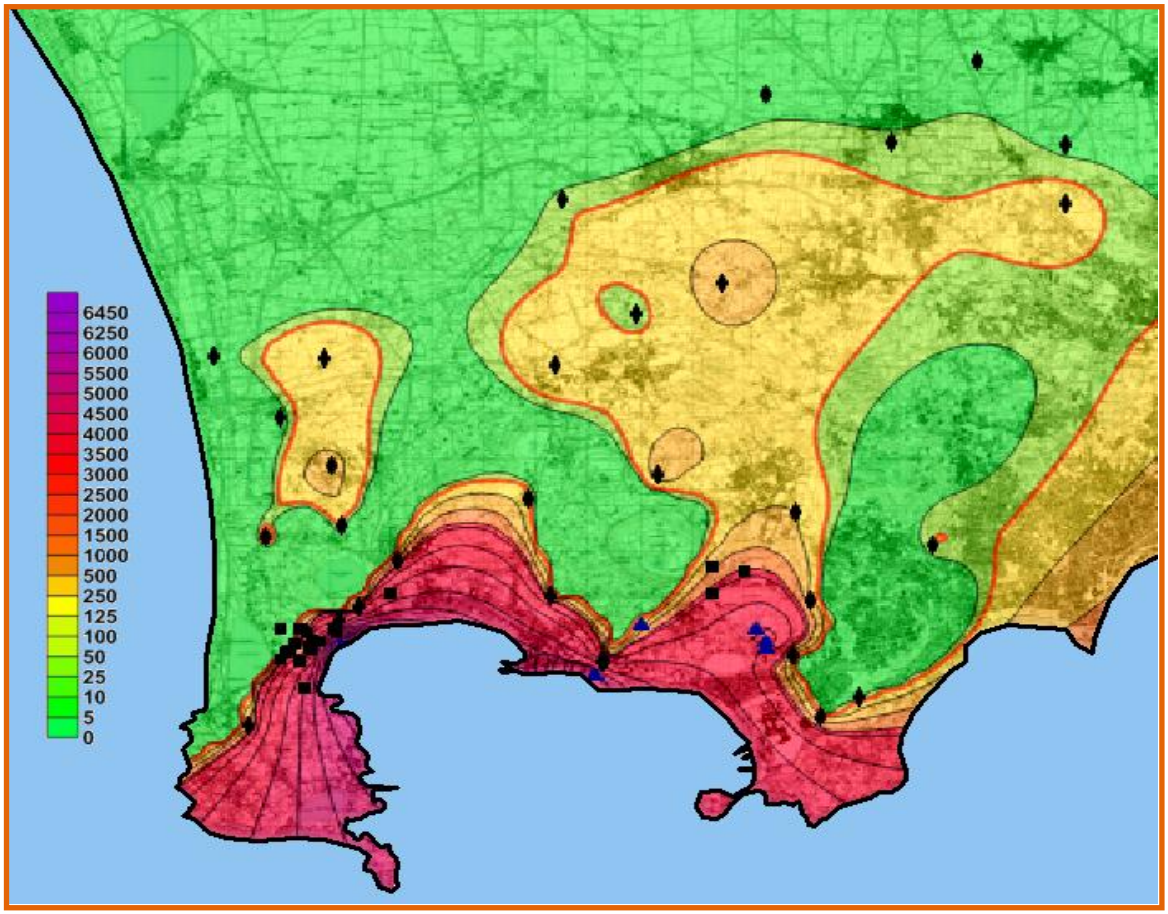
Pozzi:
Dimensioni popolazione: 37
Mediana: 17 µg/l
Minimo: 0.5 µg/l
Massimo: 62 µg/l
Primo quartile: 5.9 µg/l
Terzo quartile: 26 µg/l
Scarto interquartile: 32.1 µg/l



Sorgenti:
Dimensioni della popolazione: 6
Mediana: 610 µg/l
Minimo: 34.6 µg/l
Massimo: 6441 µg/l
Primo quartile: 173 µg/l
Terzo quartile: 2393 µg/l
Scarto interquartile: 2220 µg/l

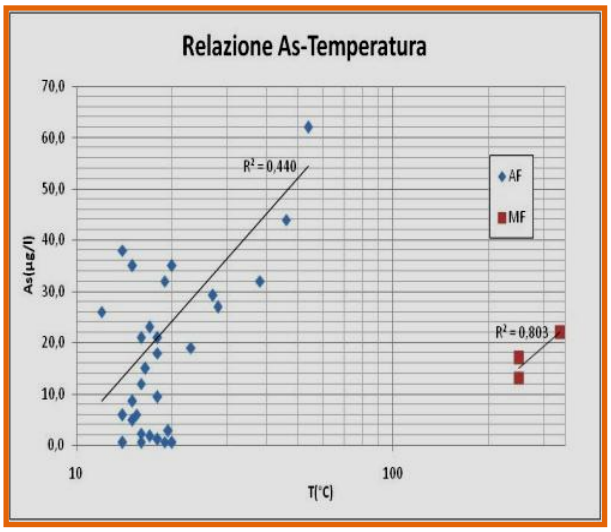
Box plots dei dati relativi alle concentrazioni di As (µg/l) nei pozzi e nelle sorgenti in analisi. In rosso è indicato il valore di riferimento di 10 µg/l

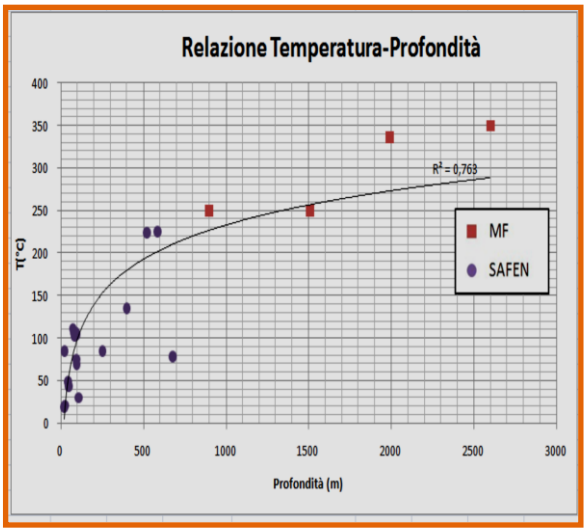
DISTRIBUZIONE DELL'AS

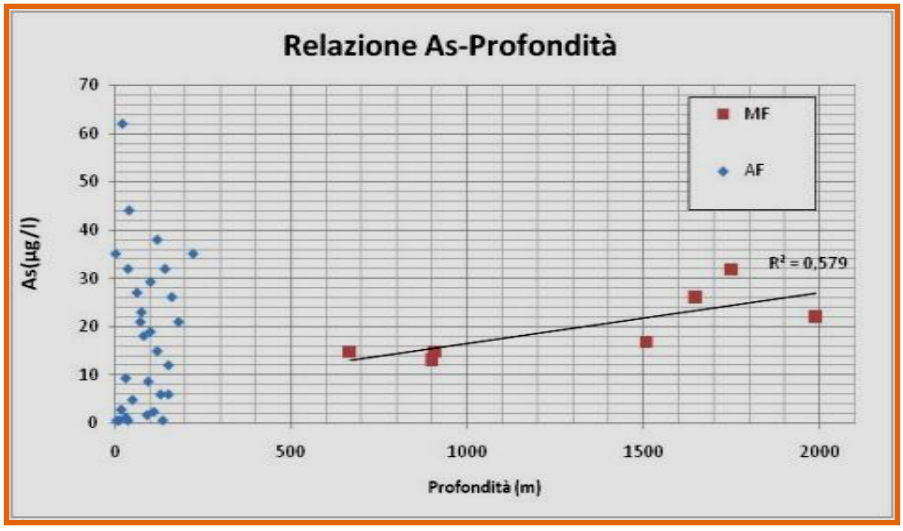


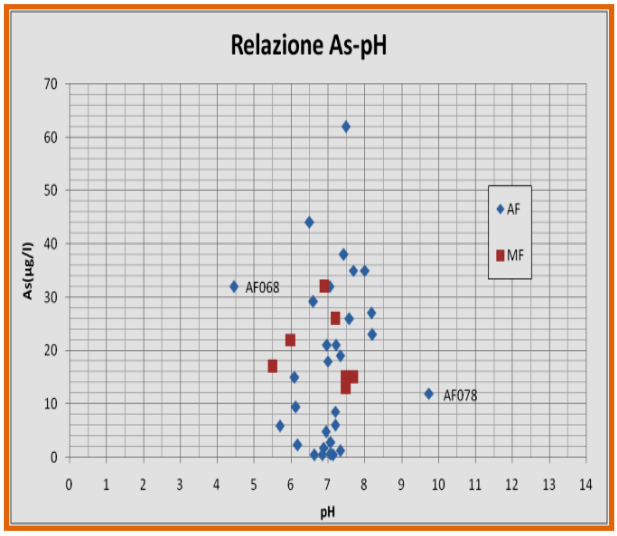
Carta delle concentrazioni di arsenico nei Campi Flegrei. In rosso è evidenziata l'isocona relativa al limite legislativo. I punti d'acqua seguono la simbologia già descritta in precedenza.

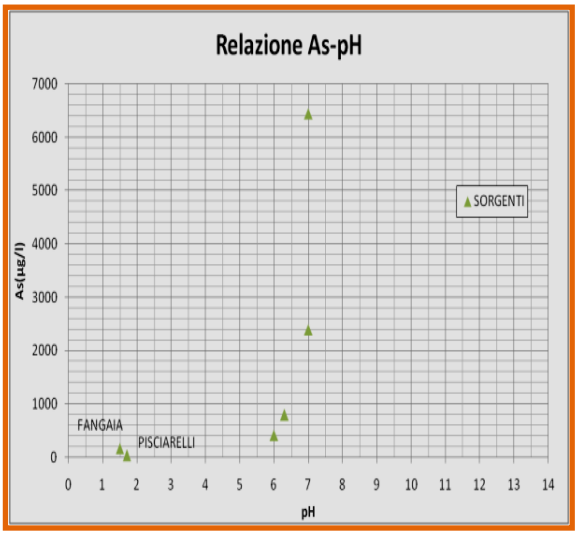
CORRELAZIONE DELLO IONE ARSENICO CON ALTRI PARAMETRI

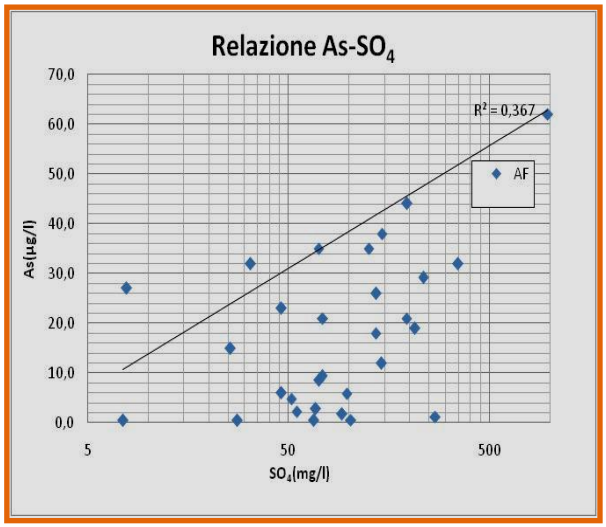


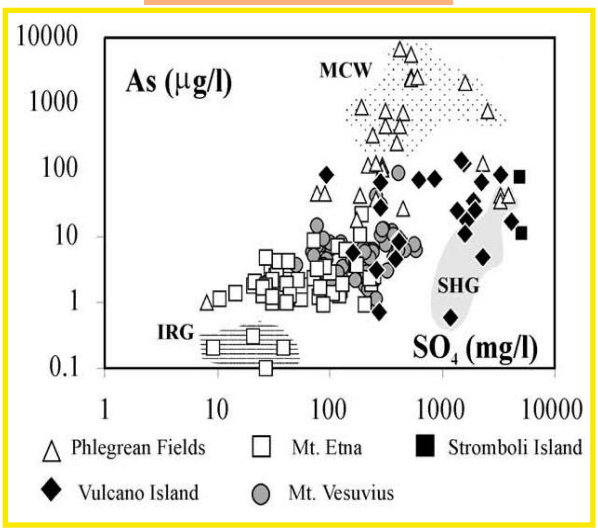


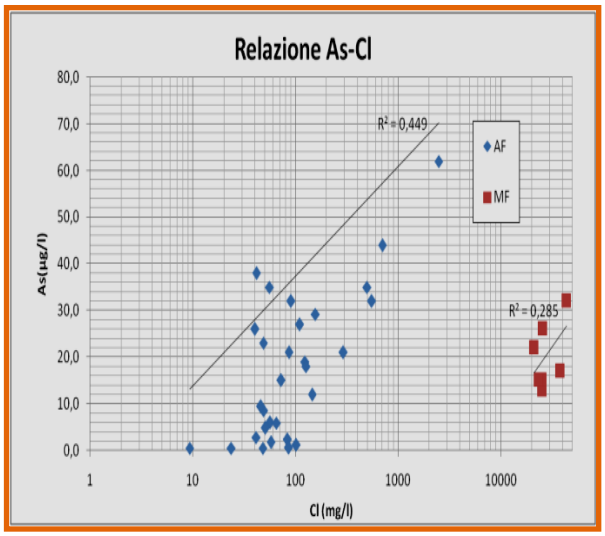


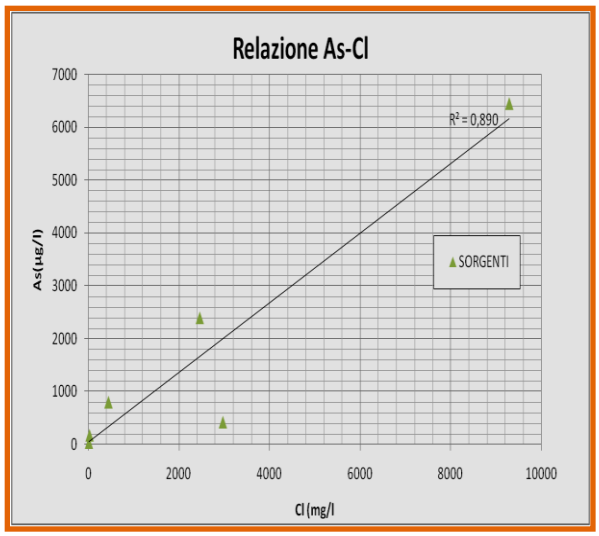


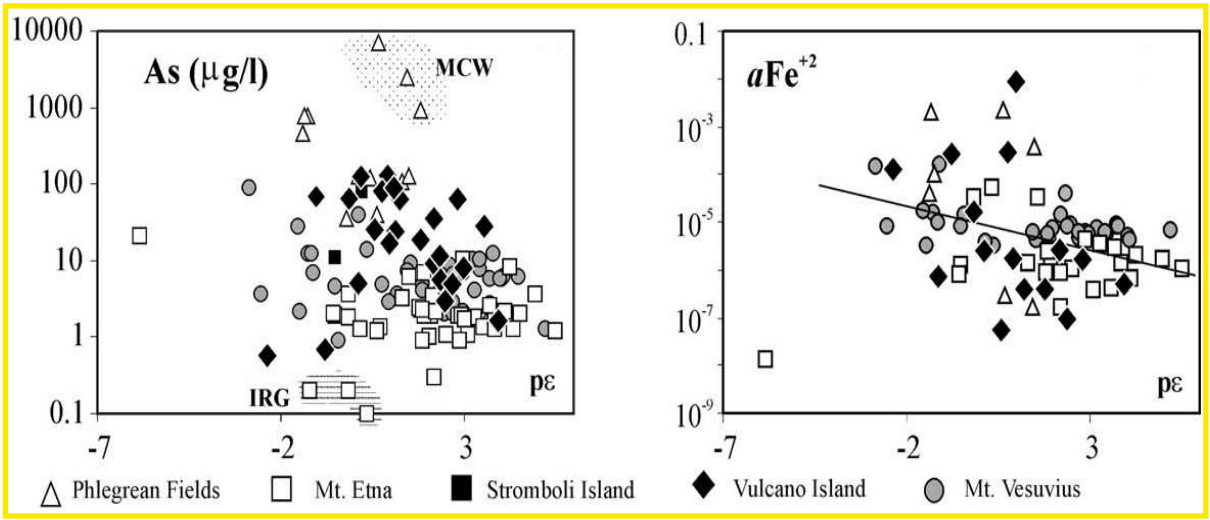






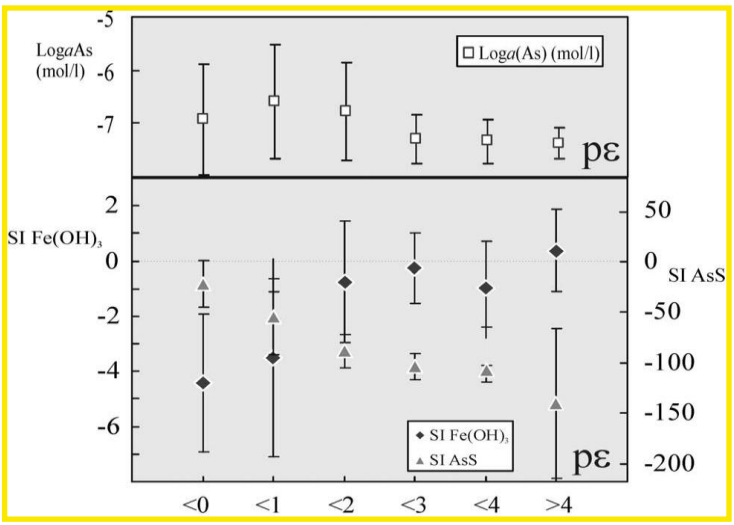






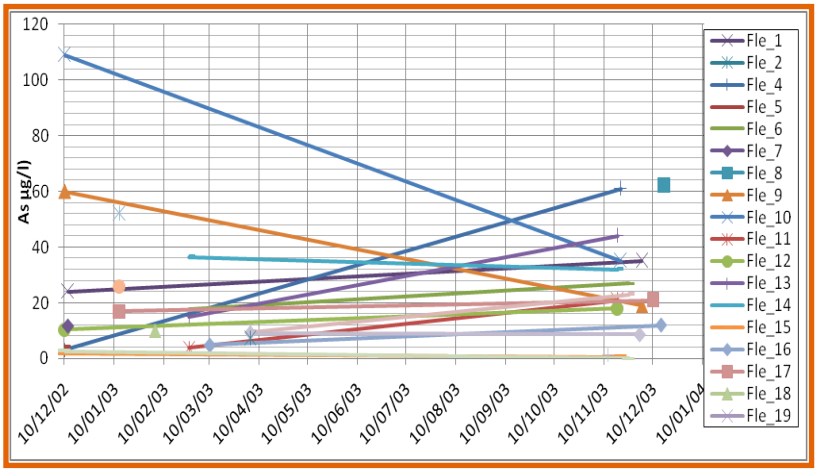
Grafici a dispersione. In riquadro arancione quelli prodotti mediante Microsoft Excel, in giallo quelli tratti da Aiuppa et al.,2003

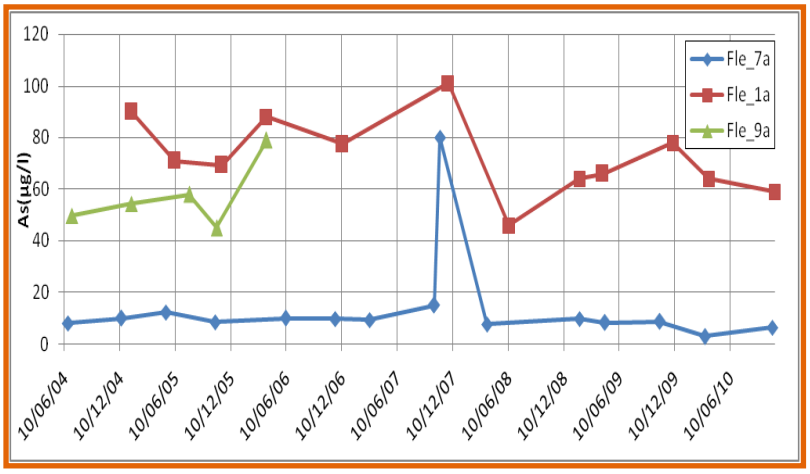
MECCANISMI DI ALLONTANAMENTO DALLA SOLUZIONE



- precipitazione di solfuri di As (orpimento, realgar, arsenopirite) in ambienti molto riducenti (pε<0)
- adsorbimento negli ossi-idrossidi di ferro in ambienti ossidanti (pε>2).

ANALISI DEI DATI TEMPORALI DI CONCENTRAZIONE DI AS





CONCLUSIONI

- L'arsenico aumenta in soluzione al crescere della temperatura poiché il calore favorisce la solubilità delle fasi solide. Man mano che la temperatura aumenta, vengono facilitati fenomeni di lisciviazione ossidativa dei depositi sulfurei ricchi di As presenti nell'area in esame.
L'arsenico rappresenta infatti uno dei principali costituenti dei depositi sulfurei ed interviene nella formazione di arsenopirite, orpimento e realgar. I risultati dello studio di tesi confermano dunque, con l'evidente legame tra le concentrazioni di As e quelle dei solfati, il verificarsi di questi fenomeni.

- L'arsenico tende a precipitare sottoforma di solfuro in ambienti riducenti e ad adsorbirsi agli ossidi di ferro in condizioni ossidative. Se entrambi i meccanismi funzionassero alla perfezione, resterebbe in soluzione una quantità minima di As, mentre le mediane delle distribuzioni delle concentrazioni valgono rispettivamente 17 µg/l per le acque prelevate da pozzo e addirittura 610 µg/l per quelle di sorgente.
Il motivo per cui le concentrazioni restano molto elevate risiede probabilmente nel fatto che le condizioni degli acquiferi dei Campi Flegrei sono mediamente riducenti e legate a valori di pH tendenti alla neutralità: i due possibili meccanismi di allontanamento dell'elemento dalla soluzione, ovvero precipitazione di solfuri di As (orpimento, realgar, arsenopirite) e adsorbimento negli ossi-idrossidi di ferro si attivano, invece, rispettivamente in ambienti molto riducenti e in ambienti ossidanti.

- Il potenziale redox sembra essere il fattore più determinante anche nei processi di mobilizzazione: passando da situazioni riducenti ad altre più ossidanti, l'ossigenazione dell'ambiente provoca la solubilizzazione di parte dei solfuri, i quali si ossidano e rilasciano arsenico.

- L'ipotesi di un'origine naturale dell'inquinamento da arsenico è avvalorata dall'assenza documentata di particolari trend delle serie temporali analizzate.