



## ***ABSTRACT***

L'attività di tesi è stata incentrata sull'analisi della distribuzione dei valori di temperatura e di concentrazione degli ioni cloruri, arsenico e fluoruri nelle acque sotterranee della Campania, per ogni corpo idrico sotterraneo (come definito in SOGESID, 2005); è stata inoltre verificata la correlazione tra i suddetti ioni e tra questi e la temperatura. Tali correlazioni sono state successivamente verificate suddividendo i corpi idrici sotterranei per tipologia (alluvionale, carbonatico, vulcanico e flyschoidi). Si è quindi effettuato un confronto fra le temperature medie e le quote medie.

Ai fini di tali considerazioni è stato utilizzato il database dell'Agenzia Regionale Protezione Ambientale Campania (ARPAC). Tale agenzia sviluppa attività di monitoraggio, prevenzione e controllo orientate a tutelare la qualità del territorio e favorire il superamento delle molteplici criticità ambientali della Campania. Di concerto con le Autorità di Bacino, per la redazione dei Piani di Tutela delle Acque, nel 2004 l'ARPAC ha individuato i punti della rete per il monitoraggio dei principali acquiferi carbonatici, alluvionali e vulcanici della regione. I risultati del monitoraggio descrivono l'assetto idrochimico delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs.152/99. Tale decreto, inoltre, individua gli obiettivi minimi di qualità ambientale e le azioni di tutela necessarie al raggiungimento o al mantenimento degli obiettivi prefissati. Successivamente dalla necessità di dare una risposta alle esigenze di una politica coerente per la tutela delle acque comunitarie nasce la Direttiva 2000/60/CE il cui obiettivo è quello di fornire principi comuni e un quadro trasparente, efficace e coerente in cui inserire gli interventi volti alla protezione delle acque. In Italia tale direttiva è stata recepita con l'emanazione del D.Lgs.152/06 il quale modifica la definizione di corpo idrico significativo semplicemente specificandone meglio le caratteristiche, senza quindi stravolgere la precedente definizione del D.Lgs.152/99. Allo scopo di integrare il D.Lgs.152/06 è stato emanato il D.Lgs.30/09 che definisce misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento e il depauperamento delle acque sotterranee.

I dati estrapolati dal database ARPAC sono stati inseriti in un foglio di lavoro Excel, dove sono state eseguite le seguenti elaborazioni:

1. correlazione tra la quota media e la temperatura media annua delle acque sotterranee (Fig.1): il valore del coefficiente di determinazione  $R^2$  è pari a 0,50, ciò significa che dei 40 dati a disposizione, la seguente regressione lineare determina con la temperatura media il 50% della varianza della quota media. Si registra inoltre un gradiente di temperatura media abbastanza elevato e da ciò si denota che le temperature medie dei corpi idrici sotterranei sono sensibili alle variazioni altimetriche, essendo legati alla temperatura media dell'aria alla quota a cui avviene l'alimentazione.

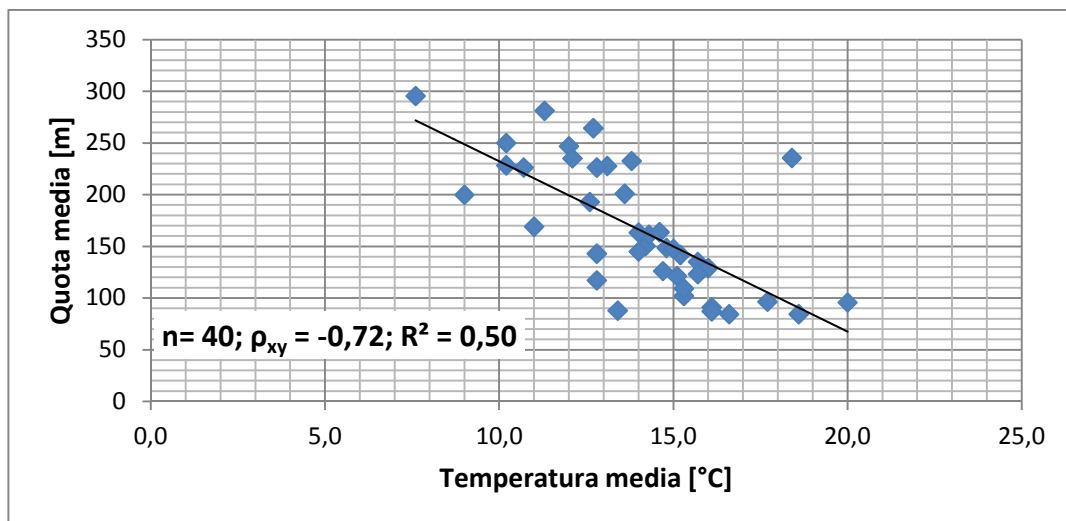


Fig. 1 – Correlazione fra la temperatura media delle acque sotterranee della Campania e la quota media del punto d’acqua

2. analisi statistica descrittiva tramite l’utilizzo di boxplots degli ioni e della temperatura delle acque: i risultati di tali analisi si riportano in Fig.(2;3;4;5) dove i singoli ioni e la temperatura sono stati raggruppati per tipologia di corpo idrico sotterraneo.

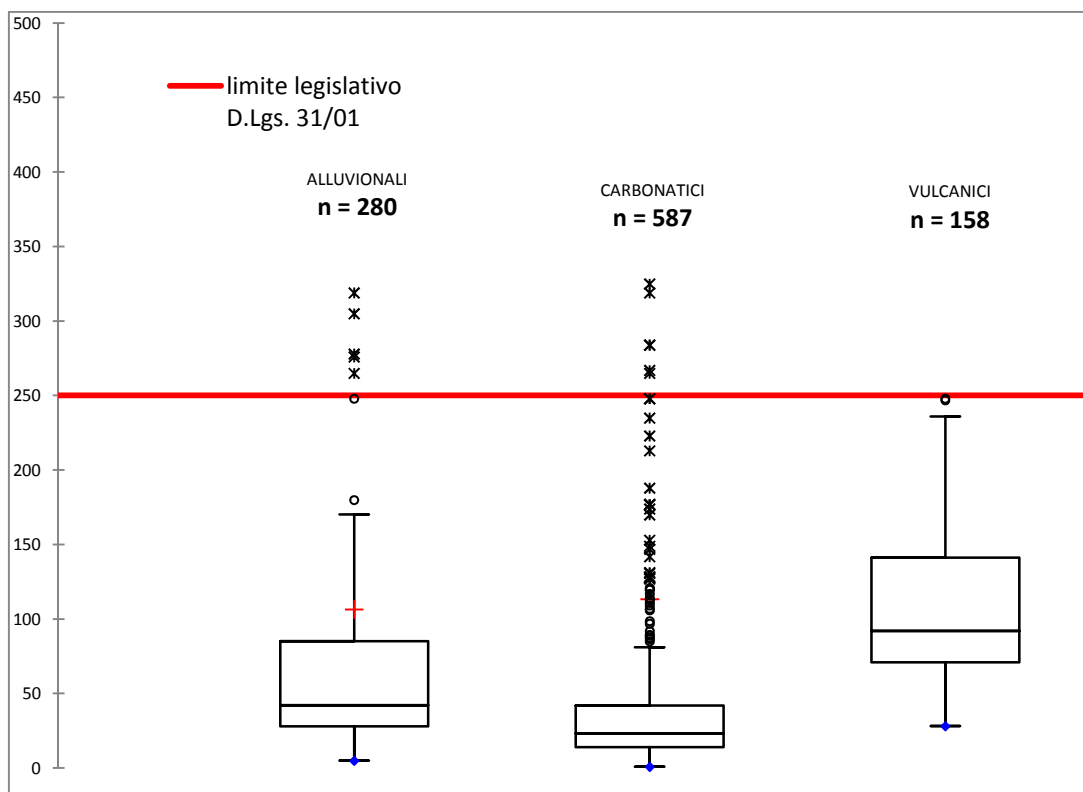


Fig. 2 – Box plots Cloruri mg/l

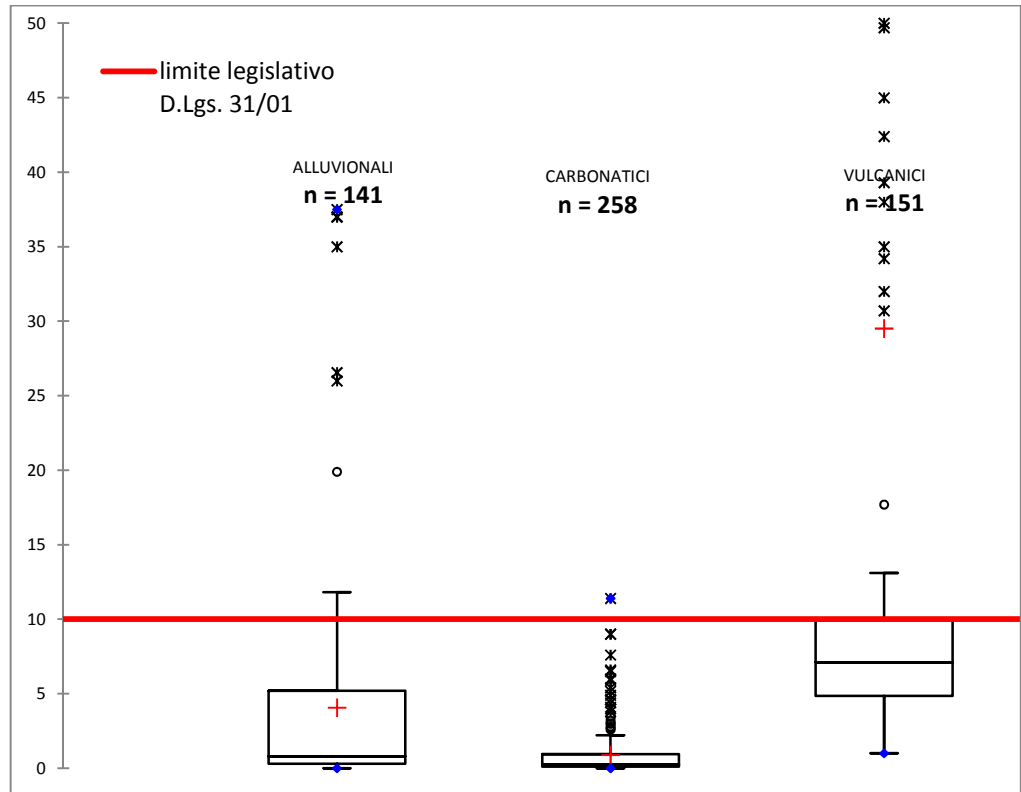


Fig. 3 – Box plots Arsenico µg/l

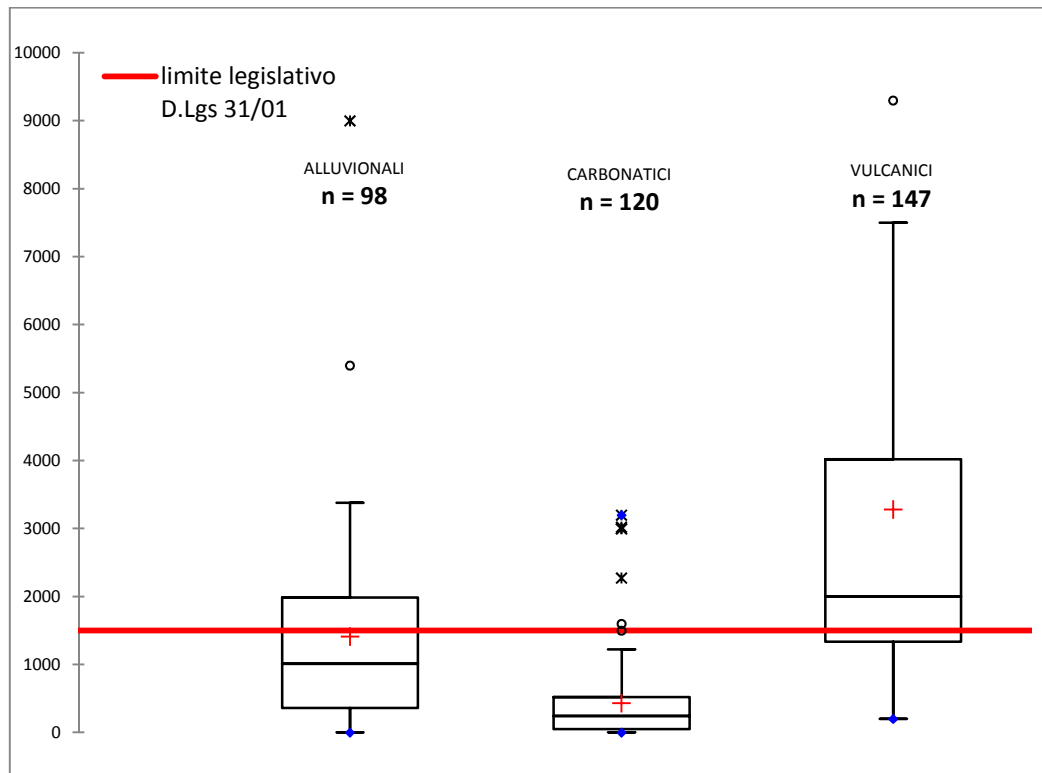


Fig. 4 - Box plots Fluoruri µg/l

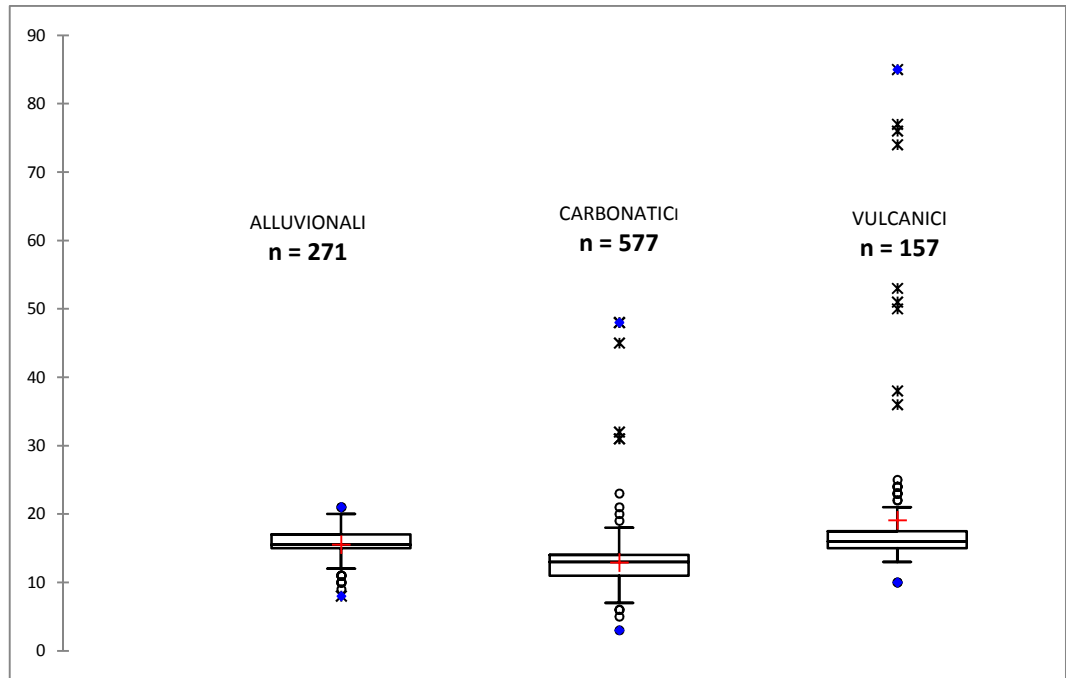


Fig. 5 - Box Plots temperatura °C

Da tali analisi si può concludere che, per quanto concerne il chimismo delle acque sotterranee, i corpi idrici sotterranei vulcanici presentano le acque più mineralizzate; i CIS carbonatici presentano un *range* di distribuzione che mostra bassi valori di concentrazione, ciò comporta che tali acque si prestano ad un uso potabile; infine i CIS alluvionali presentano valori di concentrazione degli ioni oggetto di studio con maggiore variabilità, in funzione della peculiarità degli acquiferi, della vicinanza del mare, delle condizioni di antropizzazione, etc. Per quanto riguarda la temperatura, i valori più bassi si riscontrano nei CIS carbonatici; ove però sono presenti alcuni *outliers* attribuibili alla presenza di estesi fenomeni tettonici che agevolerebbero la risalita verso la superficie di gas. I valori più elevati si riscontrano nei corpi idrici sotterranei vulcanici. I CIS alluvionali presentano valori medi di temperatura e un'assenza di particolari anomalie.

3. correlazioni tra gli ioni e gli ioni e la temperatura: per quanto attiene alle correlazioni tra gli ioni, come mostrato in Tab.1, esse sono presenti in tutte e tre le tipologie di corpi idrici sotterranei, fatta eccezione per la correlazione tra arsenico e fluoruri che è presente solo nei vulcanici. Prendendo in considerazione il valore del coefficiente di determinazione  $R^2$  e il numero di osservazioni  $n$ , si può affermare che le correlazioni maggiori si hanno nei corpi idrici sotterranei vulcanici. I corpi idrici sotterranei alluvionali invece, sono quelli che presentano le correlazioni meno significative.

Correlazione	Cl;As		Cl;F		As;F		Cl;T		As;T		F;T	
	n	R <sup>2</sup>	n	R <sup>2</sup>	n	R <sup>2</sup>	n	R <sup>2</sup>	n	R <sup>2</sup>	N	R <sup>2</sup>
Corpo idricosottterraneo												
Alluvionali												
Piana di Grottaminarda			3	0,99								
Media Valle del Volturno	3	0,99										
Carbonatici												
Monti di Durazzano	12	0,98										
Monti di Venafro									4	0,85		
Monti Lattari - Isola di Capri	35	0,62										
Monti Marzano-Ogna			3	0,92								
Monti Polveracchio-Raione							16	0,87			16	0,51
Vulcanici												
Campi Flegrei					16	0,74						
Isola d'Ischia	9	0,85	9	0,90	9	0,82	9	0,88	9	0,69	9	0,75

Tab. 1 - Correlazioni significative per i vari corpi idrici sotterranei (CIS) della Campania.