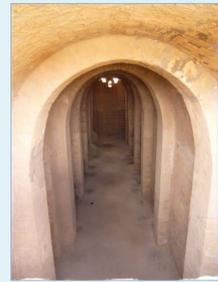


Geochemical characterization of the aquifer drained by the Roman emissary of Lake Albano: origin and possible reuse
Caratterizzazione geochemica dell'acquifero drenato dall'emissario Romano del lago Albano: origine e possibile riuso

Attualità degli antichi schemi idrici

Lo scenario di mutevolezza climatica sempre più nettamente delineato rende quanto mai attuale il tema della disponibilità delle fonti di approvvigionamento idrico, specialmente per usi idropotabili. Gli antichi sistemi idrici, realizzati in un'era pretecnologica, sono un brillante esempio di efficienza funzionale che scaturisce esclusivamente dalla capacità di lettura ed interpretazione del territorio. La filosofia costruttiva che portò alla realizzazione di tali opere, intrinsecamente ecocompatibili, può costituire oggi un riferimento nella realizzazione di schemi idrici ad alta efficienza energetica e basso impatto ambientale. Questo genere di applicazioni sono particolarmente rilevanti in scenari sensibili come le aree protette e/o gli ambienti aridi e semiaridi, specialmente se interessati da un modello di antropizzazione diffusa (piccole comunità disperse a vasto raggio sul territorio) che rende non attuabile la realizzazione di grandi impianti tecnologici.

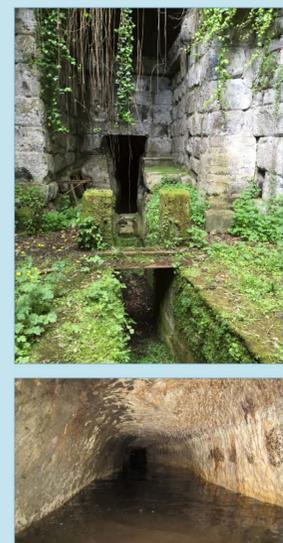
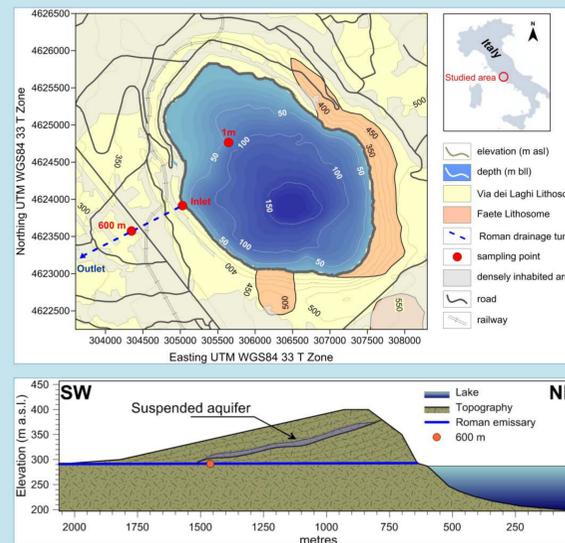


Antico sistema di raccolta delle acque a scopo idropotabile nella città di al-Ruṣāfa (la Sergiopolis bizantina), che sorge nel deserto siriano 35 km a sud del fiume Eufrate.

L'esempio dell'emissario Romano del Lago Albano

L'emissario, scavato in età Romana (inizi del IV secolo A.C.) per la regolazione del livello del lago, può essere considerato come una delle più importanti opere idrauliche antiche del mondo. Si tratta di una galleria lunga 1450 m, larga 1 m e alta 2.50 m, che nel tempo ha subito variazioni causate da frane e concrezionamento che ne hanno alterato il profilo. Il livello del lago è andato incontro nel tempo a fluttuazioni, ed attualmente l'ingresso dell'emissario (incile) si colloca al di sopra della quota dello specchio lacustre. Nonostante ciò l'emissario è idraulicamente attivo, essendo alimentato da una intensa percolazione concentrata per lo più in un punto posto a circa 600 m dall'incile, e legato all'intercettazione di una falda acquifera sospesa. Si tratta quindi di un'opera idraulica che ha mutato la sua funzione, da regimatore idraulico a galleria drenante, per la quale si può valutare un possibile riuso delle acque collettate.

Dalla sinistra in alto in senso orario: mappa della zona in studio; incile dell'emissario Romano del lago Albano; immagine dell'interno della galleria drenante; sezione schematica con evidenza del possibile acquifero di alimentazione dell'emissario.



Caratterizzazione chimico-isotopica delle acque drenate dall'emissario Albano

Elementi maggiori

Un recente studio (Madonia et al., 2017) ha estratto informazioni utili per il possibile riuso della galleria drenante come sorgente d'acqua per usi antropici.

Le acque drenate dall'emissario mostrano una composizione chimica simile a quelle del lago, meno saline, con calcio e potassio dominanti tra i cationi e bicarbonati tra gli anioni. Questi caratteri sono tipici di processi di interazione acqua-roccia in ambienti vulcanici come quello dei Colli Albani, dominato da prodotti ricchi in potassio.

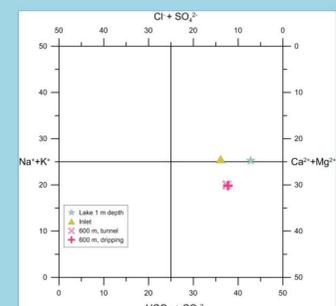


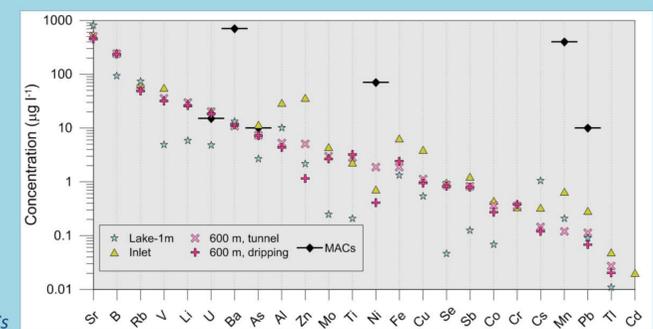
Diagramma di Langelier-Ludwig

Elementi minori ed in tracce

Dal punto di vista delle concentrazione di elementi minori ed in tracce, compreso quelli potenzialmente nocivi per la salute umana, si riscontrano valori generalmente più elevati nelle acque dell'emissario rispetto al lago, al netto di alcune eccezioni per elementi come Al, Cs, Rb e Sr, più concentrati nelle acque del lago. Il pH, più alto nel lago (>8) che nelle acque di falda (<7.5), potrebbe essere la causa dell'arricchimento in alluminio, il quale è mobile per valori di pH>8; per quanto riguarda Cs, Rb e Sr, questi potrebbero derivare dalla deposizione diretta nel lago da una sorgente atmosferica antropica.

Tale ipotesi è supportata dalle concentrazioni relativamente più elevate in Al, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Pb, Sb, V e Zn, misurate in acque stagnanti all'ingresso dell'emissario, ed imputabili alla lisciviazione del particolato atmosferico proveniente dalla vicina strada. In ogni caso le concentrazioni degli elementi in traccia misurate nelle acque di falda, se confrontate con le concentrazioni massime consentite (MACs) per le acque potabili dalla Organizzazione Mondiale della Sanità (WHO), indicano che l'acqua drenata dall'emissario Romano è compatibile con un possibile riuso antropico. E' degno di nota come le concentrazioni di arsenico siano al di sotto del relativo MAC, a differenza di quanto avviene frequentemente per le acque sotterranee dell'Italia centrale, a causa della prevalente origine vulcanica delle rocce che ospitano gli acquiferi.

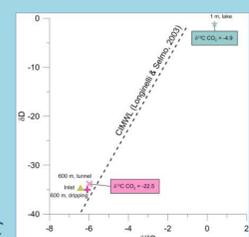
Concentrazioni degli elementi minori ed in tracce e rapporto con i MACs



Isotopi

Dal punto di vista isotopico, i valori di $\delta^{18}\text{O}$ e δD indicano un'origine delle acque drenate dall'emissario compatibile con un acquifero ricaricato da precipitazioni locali, in quanto ricadono in prossimità della retta tipica delle piogge dell'Italia Centrale. Ulteriori informazioni vengono dalla composizione isotopica del carbonio ($\delta^{13}\text{C}$), calcolata per la CO_2 in equilibrio con le specie carbonatate disciolte nelle acque (TDIC). Mentre la CO_2 nelle acque del lago è di origine fondamentalemente vulcanica, quella presente nella falda drenata dall'emissario è compatibile con i processi di respirazione del suolo, e quindi tipica di acque di percolazione.

Diagramma $\delta^{18}\text{O}$ vs δD con indicazione del $\delta^{13}\text{C}$



Bibliografia
Madonia, P., Cangemi, M., Galeazzi, C., Germani, C., Parise, M., Favara, R., 2017. Preliminary geochemical characterization of groundwater drained by the Roman emissary of Lake Albano (Italy). Environ. Earth Sci. 76:289.
Caloi, V., Galeazzi, C., Germani, C., 2012. Gli emissari maggiori dei Colli Albani. Opera Ipogea 1: 29-40.

Paolo Madonia (a), Marianna Cangemi (a), Carla Galeazzi (b), Carlo Germani (b), Mario Parise (c), Rocco Favara (a)

(a) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Palermo, via U. La Malfa 153, 90146 Palermo
email: paolo.madonia@ingv.it

(b) Egeria Centro Ricerche Sotterranee, Roma

(c) Dipartimento di Scienze della Terra e Geoambientali, Università di Bari



ISTITUTO NAZIONALE DI
GEOFISICA E VULCANOLOGIA
SEZIONE DI PALERMO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO