

Caratterizzazione idrogeochimica delle aree termali perivulcaniche dell'Italia centrale. Implicazioni ambientali

Paola Tuccimei - Università "Roma Tre" - Dipartimento di Scienze, Roma
paola.tuccimei@uniroma3.it

Le aree perivulcaniche dell'Italia centrale sono sede d'acquiferi termali di gran rilevanza. Col termine termale, ci si riferisce in genere, ad acque che emergono a temperatura superiore a quella media della zona dove la sorgente è ubicata e, secondo altre classificazioni, anche a termalità maggiore di 20°C.

Alle condizioni termiche, si associano solitamente, anche elevati contenuti in sali e in gas disciolti. Un'acqua termale minerale (con un residuo fisso a 180°C, superiore ad un grammo per litro) può essere classificata sulla base della sua composizione chimica e, più specificatamente, in funzione della prevalenza, abbondanza o uguaglianza di uno o più componenti. Tra le numerose classificazioni proposte, quella suggerita da Marotta e Sica (Comitato per la Chimica del Consiglio delle Ricerche, 1933), resta quella più utilizzata, in relazione all'azione fisiologica e terapeutica delle acque. Si distinguono cinque gruppi d'acque: salse, sulfuree, arsenicali, bicarbonate e solfate, a loro volta suddivise in sottogruppi. Negli studi di carattere geologico e ambientale, la facies idrochimica è invece definita in relazione alla prevalenza degli anioni (HCO_3^- , SO_4^{2-} e Cl^-) e cationi (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+) principali.

Le aree termali dell'Italia centrale (Fig.1) sono generalmente collegate alle provincie magmatiche e cioè ad aree relativamente ristrette entro cui rocce ignee, a composizione chimico-isotopica omogenea e correlata, si sono messe in posto nell'arco di qualche milione di anni. Si riconoscono: la Provincia Magmatica Toscana, la Provincia Magmatica Intrappenninica, la Provincia Magmatica Romana e la Provincia magmatica Ernici-Roccamonfina (Peccerillo, 2005). Una rassegna completa delle aree termali associate, dove si riscontrano anomalie geotermiche positive (Funicello, 1993) e sono attive emissioni gassose a CO_2 dominante, è reperibile sul sito: <http://googas.ov.ingv.it>.

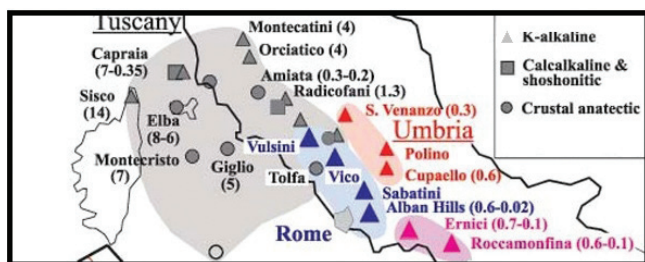


Fig.1: Provincie Magmatiche Italiane, principali centri vulcanici e aree termali associate (modificata da Peccerillo, 2005). In grigio è riportata la Provincia Magmatica Toscana, in arancione la Provincia Magmatica Intrappenninica, in celeste la Provincia Magmatica Romana e in magenta la Provincia magmatica Ernici-Roccamonfina. I numeri tra parentesi esprimono le età dei prodotti associati in Ma.

La maggior parte dei prodotti legati alle provincie magmatiche sopramenzionate ha un chimismo di natura alcalino-potassica e appartiene alla serie potassica (KS) e alta in potassio (HKS), ad eccezione dei prodotti crostali anatectici della Toscana e del Lazio Settentrionale, a chimismo prevalentemente acido (Peccerillo, 2005). La composizione chimica (elementi maggiori e tracce) ed isotopica dei prodotti della Provincia Romana, dei magmi intrappenninici e degli Ernici-Roccamonfina permette di riconoscere un'origine mantellica per tutti i fusi, riconoscendo però diverse zone sorgenti, verticalmente eterogenee, interessate da eventi distinti di metasomatismo e da gradi diversi di fusione parziale (Peccerillo, 2005). I magmi associati alla Provincia Toscana hanno invece una composizione prevalentemente sialica (da potassica a ultrapotassica) e un'origine crostale, dovuta a processi di anatessi o di mixing tra fusi anatectici e fusi mantellici. Sono presenti anche rocce mafiche, da calcoalcaline a shoshonitiche (Fig.1).

Nelle aree termali prima menzionate sono presenti tutte le facies idrochimiche, specialmente le solfato-alcalino terrose e le cloruro-alcalino-terrose (Dall'Aglio et al., 2001), e molto spesso sorgenti con caratteristiche diverse sono riferibili ad una stessa zona idrotermale. Senza entrare nello specifico delle singole emergenze, va detto che alla natura peculiare dei prodotti ignei associati a queste aree, corrisponde uno specifico chimismo delle acque, in relazione alla solubilità dei minerali, all'entalpia di reazione e alla cinetica dei processi d'interazione acqua-gas-roccia (dissoluzione, lisciviazione, assorbimento e scambio ionico). I fenomeni di mixing con fluidi d'origine diversa possono infine controllare la composizione delle acque termali.

Tutti gli acquiferi termali delle aree perivulcaniche dell'Italia Centrale sono caratterizzati da valori del fondo geochimico più elevati delle contigue aree dove affiorano in prevalenza rocce sedimentarie (Dall'Aglio et al., 2001). Gli intervalli medi di concentrazione di molti metalli pesanti contenuti in queste acque superano sovente i valori-limite stabiliti dalla legislazione italiana, anche se sono dovuti a processi naturali d'interazione acqua-gas-roccia. Questo crea grossi problemi per l'approvvigionamento e la distribuzione idrica da parte dei comuni e costi aggiuntivi per la potabilizzazione delle stesse. Si faccia riferimento, per esempio, al problema dei contenuti elevati d'arsenico negli acquiferi vulcanici del Lazio, che sono divenuti "fuori legge", da quando il decreto legislativo 31/2001, recependo la Direttiva 98/83 della Comunità Europea, ha abbassato i limiti di concentrazione massimi da 50 a 10 $\mu\text{g/L}$ (ppb). Per esempio, i valori di As misurati nelle acque fredde associate all'area cimina e a quella vicana variano tra 2 e 195 $\mu\text{g/L}$, mentre le acque termali nelle stesse aree

raggiungono valori di 175-370 $\mu\text{g/L}$ (Spaziani, 2010). Per i fluidi idrotermali, la risalita di acque e gas di origine profonda innalza le concentrazioni dell'arsenico, dovute in parte anche alla lisciviazione delle rocce vulcaniche.

Lo stesso discorso può essere esteso ad altri elementi, come l'uranio, che in alcune aree dove sono presenti mineralizzazioni uranifere (Locardi, 1967) raggiunge concentrazioni superiori a 10 $\mu\text{g/L}$. Sebbene la normativa europea non preveda al momento valori limite per questo elemento nelle acque destinate al consumo umano, si può fare riferimento alle concentrazioni indicate dall'organizzazione Mondiale della Sanità (15 $\mu\text{g/L}$) ed osservare che il 12 % dei campioni supera detto limite (Spaziani, 2010). Nelle stesse aree, valori di fondo naturale elevato e il superamento dei limiti di potabilità stabiliti dal Dlgs 31/2001, riguardano anche il fluoro, il vanadio, il nichel e il boro (Vivona, 2001).

Le aree perivulcaniche sono anche interessate da emissioni di gas endogeni dal suolo (CO_2 , H_2S , radon), che tendono poi ad accumularsi negli ambienti indoor, costituendo un rischio per i residenti (Tuccimei et al., 2006; Tuccimei & Soligo, 2008; Carapezza et al., 2012). Le zone a maggior degassamento corrispondono agli alti strutturali del basamento carbonatico sepolto, che rappresenta il principale acquifero regionale e il maggiore serbatoio dei gas che risalgono in superficie. Le discontinuità che intercettano il reservoir carbonatico sono le vie preferenziali di risalita dei gas, che localmente s'accumulano negli orizzonti permeabili più superficiali, formando tasche di gas in pressione (Tuccimei et al., 2006). Quando perforazioni di vario tipo interrompono la continuità degli orizzonti più impermeabili posti al tetto di queste sacche, si possono innescare eventi di eruzione di gas costituiti da CO_2 (> 90 vol.%) e H_2S (0.35–6 vol.%). Eventi di questo tipo caratterizzano vari siti dell'area, prossimi agli apparati vulcanici dei Colli Albani e dei Sabatini. Si faccia riferimento per esempio all'incidente occorso in Via di Valle Cupella (Roma) nel 2003, quando si verificò un'eruzione di acqua e gas di parecchi metri d'altezza, con la morte di numerosi piccoli animali, provocata da un pozzo per ricerca d'acqua, approfondito fino a 55 metri e mal rivestito in PVC (Carapezza & Tachini, 2007).

Recentemente si è verificato un evento di eruzione di gas nei pressi dell'aeroporto di Fiumicino (Ciotoli et al., 2013), ma eventi simili, innescati da perforazioni mal eseguite, spinte sino a 30-50 metri di profondità, sono segnalati per il Delta del Tevere dagli inizi del novecento, come riportato per esempio da alcuni report di esplorazione petrolifera nel Lazio. Una maggiore informazione e disseminazione di conoscenza su questi temi sarebbe necessaria per prevenire incidenti anche più gravi che potrebbero ripetersi nel prossimo futuro. Si auspica pertanto una sempre maggiore sinergia tra ricercatori, amministratori ed enti territoriali nelle fasi di pianificazione territoriale e per qualunque tipo d'intervento sul territorio.

BIBLIOGRAFIA

- Carapezza ML, Tarchini L (2007) Geochemical evidence of huge magmatic degassing from the quiescent Alban Hills volcano (Rome, Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 165: 5-16.
- Carapezza M, Barberi F, Ranaldi M, Ricci T, Tarchini L, Barrancos, Fischer C, Granieri D, Lucchetti C, Melian G, Perez N, Tuccimei P, Vogel A, Weber K (2012) Hazardous gas emissions from the flanks of the quiescent Colli Albani volcano (Rome, Italy). *Applied Geochemistry* 27: 1767-1782.
- Ciotoli G, Etiope G, Florindo F, Marra F, Ruggiero L, Sauer PE (2013) Sudden deep gas eruption nearby Rome's airport of Fiumicino. *Geophysical research Letters* 40: 5632-5636
- Comitato per la Chimica del Consiglio delle Ricerche (1933) *Le Acque minerali d'Italia*. Quaderno I: Lazio, Direzione Generale della Sanità Pubblica, Roma.
- Dall'Aglio M, Giuliano G, Amicizia D, Andrenelli MC, Cicioni GB, Mastroianni D, Sepicacchi L, Tersigni S (2001): Assessing drinking water quality in Northern Latium by trace elements analysis. *Proceed. of the Water Rock Interaction (WRI-10)*, International Congress, 2: 1063-1066
- Funicello R (1993) Caratteristiche geotermiche in *GUIDE GEOLOGICHE REGIONALI, LAZIO*, BEMA ed., 89-9.
- Locardi E (1967) Uranium and Thorium in the volcanic processes. *Bulletin of Volcanology*, 31: 235-260.
- Peccerillo A. (2005) Plio-Quaternary volcanism in Italy. *Petrology, Geochemistry, Geodynamics*. Springer, Heidelberg, 365 pp.
- Spaziani F. (2010) Influenza dell'idrostratigrafia e dell'assetto strutturale sulla presenza di arsenico nelle acque sotterranee dei distretti vulcanici cimino e vicano. Tesi di Dottorato presso l'Università degli Studi della Tuscia, Dottorato di Ricerca in Ecologia e Gestione delle Risorse Biologiche.
- Tuccimei P, Gioradno G, Tedeschi M (2006) CO_2 release variations during the last 2000 years at the Colli Albani volcano (Roma, Italy) from speleothems studies. *Earth and Planetary Science Letters* 243: 449 – 462.
- Tuccimei P, Soligo M (2008) Correcting for CO_2 interference in soil radon flux measurements. *Radiation measurements* 43: 102-105
- Vivona R. (2005) Criteri e metodi per la valutazione quali-quantitativa delle acque sotterranee destinate al consumo umano: esempi nel Lazio nord-occidentale. Tesi di Dottorato presso l'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Dottorato di Ricerca in Scienze della Terra.