

C. BARTOLINI (*)

SULLE VARIAZIONI DEI PARAMETRI FISICI E CHIMICI NELLE ACQUE TERMALI DI MONSUMMANO (**)

Riassunto — Vengono presentati i risultati delle misure di portata, di temperatura e di composizione chimica effettuate per un periodo di quattro mesi all'inizio della stagione piovosa sulle acque termali del Colle di Monsummano.

Dal momento che l'andamento delle portate, che riflette strettamente il regime pluviometrico, appare in controtendenza rispetto al tenore salino e alla temperatura, se ne deduce che esiste nei periodi piovosi una certa diluizione da parte delle acque di percolazione. Tenuto conto del rapporto fra variazioni di portata e contemporanee variazioni di composizione, tale diluizione appare tuttavia assai modesta rispetto al corrispondente incremento di afflusso profondo.

Abstract — *Variations of physical and chemical parameters in the geothermal waters of Monsummano.* The results of flow rate, temperature and chemical composition measurements on the thermal waters of Monsummano, carried on during four months at the beginning of the rainy season, are reported.

Since flow peaks, which closely follow rain events, are matched by salinity and temperature lows, a mixing of subsurface waters and thermal waters can be inferred in rainy periods. However, if the ratio of flow to simultaneous salinity variations is considered, the mixing appears to be not relevant if compared with the increase of the deep rooted flow.

Key words — Correlation, geothermal water, spring, hydrogeology.

INTRODUZIONE

Il tema della caratterizzazione idrogeologica delle acque termali di Monsummano è stato recentemente affrontato dallo scrivente (BARTOLINI, 1979) sulla base dei dati editi e inediti allora disponibili. Questi erano costituiti con una sola eccezione (rappresentata

(*) Istituto di Geologia e Paleontologia dell'Università di Firenze.

(**) Studio eseguito con i fondi del M.P.I. per le « Ricerche geologico-applicative nel Bacino dell'Arno ».

da una serie completa di misure mensili di portata della Sorgente Parlanti relative al periodo 1922-1929), da dati isolati relativi a parametri fisici (portata o temperatura) o chimici.

Con tali elementi è stato possibile rilevare soltanto i seguenti aspetti essenziali del termalismo di Monsummano:

- il minore contenuto di cloruri che caratterizza le acque di Monsummano rispetto a quelle di Montecatini non è imputabile (tenuto conto dei tenori di solfato) ad una maggiore diluizione delle prime, ma piuttosto ad un diverso chimismo della componente profonda, che nel caso di Monsummano non sembra interessare le lenti di salgemma delle evaporiti triassiche;
- il fatto che le acque termali di Monsummano siano praticamente sature rispetto allo ione solfato, ha indotto a ritenere che la diluizione da parte di acque superficiali fosse assai limitata, almeno al momento in cui ANDREANI (1973) aveva eseguito le campionature.

Una verifica di questo secondo punto era tuttavia quanto mai opportuna al fine di rendere meno speculativa la questione dei rapporti fra acque di origine profonda e acque di origine superficiale.

ACQUISIZIONE DEI DATI

Le misure eseguite nel periodo 5 ottobre 1978 - 8 febbraio 1979 riguardano:

- temperatura dell'acqua della Sorgente Parlanti misurata nello specchio d'acqua presente nella parte terminale della galleria che conduce alla sorgente vera e propria;
- portata della Sorgente Parlanti misurata in corrispondenza dello stesso specchio d'acqua mediante uno stramazzone triangolare fisso appositamente predisposto;
- temperatura dell'acqua del laghetto del Limbo nella grotta Giusti;
- livello idrometrico del laghetto del Limbo misurato rispetto ad un riferimento arbitrario fisso;
- composizione chimica principale delle due acque (16 analisi, tab. 1) (1);
- precipitazioni giornaliere al pluviometro di Monsummano.

(1) Analisi eseguite dal Dr. E. Rainero secondo la metodologia in uso (cfr. BENCINI et alii, 1977) presso il Laboratorio Geochimico dell'Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Firenze.

TABELLA 1

	5/10	19/10	28/11	16/12	12/1	22/1	25/1	1/2/1979
PARLANTI (meq/l)								
Ca	16	16	17	17	17	17	16	15
Mg	7	6	6	6	5,3	5,4	5	5
Na	7,8	7,6	7,6	7,8	7,3	7	6,8	6,5
K	0,4	0,37	0,4	0,37	0,35	0,35	0,35	0,35
HCO ₃	10	10	11	11	10	10	10	10
Cl	7,7	7,6	7,8	7,8	7,4	7	7,2	7
SO ₄	13	13	13	13	13	12	12	11
GIUSTI (meq/l)								
Ca	20	20	20	20	11	12	11	10
Mg	7	6	6	6,7	3	3,5	3,4	3
Na	9	9,1	9,3	9,3	4,4	5	4,5	4
K	0,43	0,44	0,43	0,43	0,2	0,24	0,24	0,2
HCO ₃	12	12	12	12	6,9	8	7,6	6,7
Cl	9,8	9,8	9,8	9,8	4,6	4,8	4,8	4
SO ₄	15	15	15	15	8	8,6	7,8	6,6

Le misure di livello, portata e temperatura sono state eseguite a cadenza variabile in relazione all'andamento stagionale in modo da definire con la maggiore accuratezza possibile i tempi di reazione di questi parametri agli eventi di pioggia.

Per le analisi chimiche sono stati scelti fra i campioni prelevati quelli presumibilmente più significativi da questo punto di vista.

Al fine di poter disporre anche di una indicazione relativa all'andamento delle portate delle acque freatiche del Colle di Monsummano è stata misurata la lunghezza del getto centrale delle « Tre fontane » ⁽²⁾ (1.500 m a nord del Centro di Monsummano, lungo la strada che costeggia sulla sinistra il T. Nievole). Le misure di portata eseguite alla Fonte Melani presso la Grotta Giusti sono state ben presto interrotte a causa dell'allagamento del deposito che si verifica appena la portata supera i 5 l/min.

RISULTATI

La rappresentazione sinottica dei risultati è riportata nella Tavola.

⁽²⁾ Le misure sono espresse in percentuale, posto uguale a cento il valore massimo misurato.

Le portate della Sorgente Parlanti oscillano da un minimo di 35 l/min, il 23 novembre, ad un massimo valutabile intorno ai 7000 l/min il 10 gennaio. Tale intervallo di variazione risulta assai maggiore di quanto noto dalla letteratura ⁽³⁾. La corrispondente variazione idrometrica del laghetto del Limbo è stata di 340 cm.

Sia le temperature che, rispettivamente, le portate ed il livello del laghetto del Limbo alla Grotta Giusti hanno un decorso praticamente uguale nei due centri termali e ciò conferma la loro comune origine, già nota da tempo.

Le temperature si presentano mediamente inferiori ma leggermente più costanti alla Sorgente Parlanti.

Come si vede la « reazione » in termini di portata e di temperatura agli eventi di pioggia è praticamente immediata o almeno così appare in relazione alla presente cadenza dei campionamenti.

All'aumento della portata fa riscontro una modesta diluizione del contenuto salino che per tutti i componenti principali è più marcata alla Grotta Giusti che alla Sorgente Parlanti. Questo è confermato dall'andamento della conduttività, leggermente più alta alla Grotta Giusti (al pari della temperatura) durante i periodi caratterizzati da scarsa percolazione ma che subisce nella grotta una più marcata diminuzione che non alla Sorgente Parlanti a seguito delle abbondanti precipitazioni.

Le portate alla sorgente delle « Tre Fontane » subiscono variazioni più rapide di quanto non si verifichi nelle due sorgenti termali.

L'interpretazione della dinamica idrologica del campo termale di Monsummano si presenta nelle grandi linee piuttosto semplice: le variazioni di portata, determinate dal regime pluviometrico, sono accompagnate da variazioni di segno opposto delle temperature e della salinità. Ciò significa evidentemente che le acque termali subiscono durante i periodi piovosi una certa diluizione da parte delle acque superficiali. La diluizione appare, dall'andamento della composizione chimica e più in generale da quello della conduttività leggermente più marcata per le acque della Grotta Giusti che per quelle della Sorgente Parlanti.

La variazione di conduttività dal 16 dicembre (caratterizzato da portate ancora relativamente modeste) al 12 gennaio ⁽⁴⁾ è di

⁽³⁾ PORLEZZA e CECCARELLI (1935) affermano testualmente che la portata non subisce notevoli variazioni.

⁽⁴⁾ Tenuto debito conto dell'effetto dovuto alle (piccole) variazioni di temperatura.

0.08 $\text{m}\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ alla Sorgente Parlanti e di 0.83 $\text{m}\Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$ alla Grotta Giusti.

Per quanto riguarda i solfati, che possono considerarsi di esclusiva origine profonda, e la variazione del cui tenore dipende quindi in pratica solo dall'entità della diluizione ad opera di acque superficiali, si vede che nello stesso periodo il contenuto di SO_4 si dimezza alla Grotta Giusti e diminuisce del 15% alla Sorgente Parlanti.

Questo fatto è evidentemente in relazione con il maggiore grado di carsificazione che caratterizza la zona della Grotta Giusti rispetto a quella della Sorgente Parlanti.

Lo stesso comportamento si manifesta anche con le temperature, che nel mese di gennaio e all'inizio di febbraio si mantengono alla Grotta Giusti circa 1.5°C più basse di quanto non fossero fino alla metà di dicembre, prima dell'inizio del periodo piovoso. Alla Sorgente Parlanti esse risultano invece, nei due periodi, sensibilmente costanti. Mancano purtroppo per questa sorgente i dati di temperatura relativi alla 1^a quindicina di gennaio. Un deciso abbassamento della temperatura il 10 gennaio è tuttavia ipotizzabile anche per questa sorgente in base alle strette analogie che caratterizzano le due curve.

Prendiamo ora in considerazione le portate: si vede che alla Sorgente Parlanti il valore massimo misurato ⁽⁵⁾ è ~ 500 volte più grande di quello minimo: dal momento che la corrispondente diluizione del solfato (come degli altri ioni) è al confronto modestissima, se ne deduce che agli aumenti di portata corrisponde un incremento della componente profonda ⁽⁶⁾ che è decisamente più rilevante di quanto non sia la diluizione da parte delle acque superficiali. Le variazioni di portata di queste, misurate alle « Tre Fontane », sono infatti, come si vede nella tavola, molto più repentine che non quelle delle due sorgenti termali.

Del resto anche l'entità del raffreddamento che le acque ter-

⁽⁵⁾ La portata della Sorgente Parlanti il 10 gennaio è stata valutata intorno ai 7000 l/min. Le terme furono quel giorno allagate. Si tratta di un evento raro ma non eccezionale.

⁽⁶⁾ Tenuto conto della « prontezza » con la quale le due sorgenti termali reagiscono in termini di portata (o di livello) alle precipitazioni, l'interpretazione della dinamica della circolazione profonda richiederebbe un monitoraggio continuo (e quindi automatico) di tutti i parametri presi in esame, a cominciare dalle precipitazioni.

mali delle due sorgenti subiscono in occasione degli eventi di pioggia è, di solito, molto modesta. L'unica eccezione è costituita dalla misura del 10 gennaio 1979 che corrisponde però ad un evento relativamente raro (68 mm di pioggia in 24 ore).

Proprio sulla base delle variazioni stagionali del contenuto di SO_4 , che si presentano concordanti rispetto alle portate nelle acque della sorgente Leopoldina del vicino campo idrotermale di Montecatini, MARTINI (1968) aveva potuto escludere, per questa sorgente, che le variazioni di portata fossero dovute ad « una variazione significativa dell'apporto più superficiale ».

A Monsummano la situazione si presenta, come abbiamo appena visto, in parte diversa: essendo in discordanza di fase con le variazioni di portata, le variazioni del tenore salino sono determinate da variazioni dell'apporto superficiale; esse sono tuttavia così contenute, relativamente alle variazioni di portata, da far ritenere che queste ultime siano invece *prevalentemente* dovute a variazioni dell'apporto profondo.

Rispetto a quanto affermato in precedenza (BARTOLINI, 1979), sulla base di analisi chimiche effettuate in regime di portata piuttosto ridotto (⁷), i dati qui esposti consentono di precisare che l'apporto superficiale di fatto esiste, ma è strettamente limitato nel tempo ai periodi piovosi e risulta comunque piuttosto contenuto.

Ringraziamenti

Ringrazio il Sig. S. Carmignani e la Dr.ssa E. Galigani per il contributo fornito nella raccolta dei dati.

Rivolgo inoltre un ringraziamento particolare al Dr. G. Fugattini, Direttore dello Stabilimento Termale Grotta Giusti e ai Sigg. B. Bindi e A. Martinelli per avere cortesemente favorito la raccolta dei dati.

Ringrazio infine i colleghi A. Bencini, G. Guazzone e G. Pranzini per la lettura critica del manoscritto.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERTONI P., CORONEDI G. (1923) - L'acqua minerale e lo stabilimento termale di Monsummano (proprietà Parlanti). *Riv. Idrol. Clim. Terapia fisica*, **34**, 3-12.
- ANDREANI R. (1973) - Studio comparativo delle manifestazioni termali di Montecatini e Monsummano. *Tesi di laurea inedita*. Fac. Sc. Mat. Fis. Nat., Univ. di Firenze.

(⁷) Le uniche analisi replicate finora disponibili (ANDREANI, 1973) avevano fornito un valore costante del contenuto di SO_4 sia alla Grotta Giusti (14 m eq/l, tre analisi) che alla Sorgente Parlanti (12 m eq/l, tre analisi).

- BARDELLI T., MARTELLI A. (1902) - Relazione sulle acque potabili di Monsummano. Tip. Cipriani, Pescia, 46 pp.
- BARTOLINI C. (1979) - Sull'idrogeologia del Colle di Monsummano (in corso di stampa).
- BENCINI A., DUCHI V., MARTINI M. (1977) - Geochemistry of thermal springs of Tuscany (Italy). *Chem. Geol.*, **19**, 229-252.
- BRANDI G. P., FRITZ P., RAGGI G., SQUARCI P., TAFFI L., TONGIORGI E., TREVISAN L. (1967) - Idrogeologia delle Terme di Montecatini. Ed. Terme di Montecatini, **39**, 50 pp.
- BUONAMICI E. (1864) - Acqua termo-minerale di Monsummano. Tip. Tofani, Firenze, 35 pp.
- CANAVARI M. (1923) - Le sorgenti di Montecatini in Val di Nievole di fronte alla Geologia. Nistri, Pisa, 52 pp.
- CORADOSSI N., MARTINI M. (1965) - Contributo allo studio geochimico delle acque di Montecatini Terme. *Rend. Soc. Min. It.*, **22**, 67-90.
- DE GIULI C., DURAZZO A., FAZZUOLI M., PIERUCCINI V. (1975) - Problemi geologici inerenti la coltivazione delle cave sul colle di Monsummano. In: *Studi dell'Amministrazione Comunale di Monsummano Terme - La questione delle cave*. 11-56.
- FANCELLI R., FANELLI M., NUTI S. (1976) - Study of the thermal waters of NW Tuscany. *Atti Int. Congr. on thermal waters, geothermal energy and volcanoes of the Mediterranean area*, vol. II, 152-169.
- FAZZUOLI M., MAESTRELLI MANETTI O. (1973) - I nuclei mesozoici di Monsummano, Montecatini Terme e Marliana (prov. di PT). *Mem. Soc. Geol. It.*, **12**, 39-79.
- MARTINI M. (1968) - Studio del ciclo annuale della composizione delle acque di Montecatini (PT) e sua interpretazione. *Acc. Naz. Lincei, Rendic., Ser. VII*, **44**, 783-800.
- MORET L. (1946) - Les sources thermominérales. Hydrogéologie-Geochimie-Biologie. Ed. Masson et C^{ie}, 146 pp.
- PORLEZZA C., CECCARELLI A. (1935) - Nuova indagine sull'acqua minerale Parlanti di Monsummano. *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Proc. Verb.*, **44**, 111-115.
- PORLEZZA C., TRAMONTANO GUERRITORE M. (1938) - La grotta Giusti di Monsummano. *Atti Chim. Appl.*, **28**, 281-289.
- TREVISAN L. (1951) - Una nuova ipotesi sull'origine della termalità di alcune sorgenti della Toscana. *L'Ind. Min.*, **2**, 41-42.
- TREVISAN L. (1954) - La nuova sorgente Leopoldina di Montecatini Terme e le condizioni geologiche del sottosuolo. *Boll. Ing.*, **2**, 8-9.

(ms. pres. il 7 gennaio 1980; ult. bozze il 15 novembre 1980)

Parametri fisici e chimici delle acque
termali e freatiche di Monsummano,
nel periodo:
ottobre 1978 - febbraio 1979

○ : G. Giusti
● : S. Parlanti
◊ : Tre Fontane

