

MARIO BARBIERI, UMBERTO MASI \*

CONSIDERAZIONI GEOCHIMICHE  
SULL'ORIGINE DEL GIACIMENTO DI BARITE E CELESTITE  
DI PIAN DELL'ORGANO (CIVITAVECCHIA) \*\*

RIASSUNTO. — La genesi del giacimento quaternario di barite e celestite di Pian dell'Organo (Civitavecchia), ospitato al contatto tra le argille gessifere plioceniche ed i terreni della serie flyschoides terziaria, viene discussa alla luce di alcune considerazioni sulla geochimica dello Sr e del Ba nelle formazioni rocciose ed acque termali e minerali dell'area nord-laziale. Viene avanzata l'ipotesi che le acque portatrici dei due cationi siano provenute dal substrato solfato-evaporitico del Trias superiore, in analogia con quanto suggerito per numerosi depositi idrotermali del Lazio settentrionale. La precipitazione dei due solfati, in particolare, sarebbe stata favorita localmente da elevate concentrazioni di ioni  $SO_4^{=}$  derivanti dalla dissoluzione dei gessi contenuti nelle argille del Pliocene inferiore.

ABSTRACT. — The origin of the barite-celestite deposit of Pian dell'Organo (Civitavecchia, Northern Latium) is discussed under some geochemical considerations on Sr and Ba distribution in the thermomineral waters and rocks from Latium. The mineralization occurs along a vertical contact between the Lower Pliocene clays and the Cretaceous-Palaeocene calcareous flysch. Ba and Sr likely originated from the Upper Triassic evaporite formation and precipitated as sulphates whereby the warm alkaline waters coming from such aquifer have interacted with vadose waters leaching the gypsum-bearing Pliocene clays.

Introduzione

Nel quadro di ricerche sistematiche condotte sulla geochimica dello stronzio nelle rocce sedimentarie (BARBIERI et al., 1976) ed in depositi idrotermali (BARBIERI et al., 1977, 1978 a, 1978 b) italiani è stato considerato, sotto il profilo geochimico, il problema della genesi del deposito di barite e celestite di Pian dell'Organo.

Questa mineralizzazione, sita ad una decina di chilometri a nord di Civitavecchia, Lazio settentrionale (Fig. 1), è ospitata (CONFORTO, 1951; DESSAU et al., 1975) in una discordanza stratigrafica tra le argille plioceniche gessifere ed il flysch terziario. Secondo FAZZINI et al. (1972) la discordanza è probabilmente una frattura di direzione appenninica. Il deposito forma un corpo tabulare verticale, esteso in direzione NS per circa mezzo chilometro, di potenza variabile (massimo una decina di metri), apparentemente crescente con la profondità. La mineralizzazione

\* Istituto di Geochimica dell'Università di Roma. \*\* Lavoro eseguito con il contributo finanziario del Centro di Studio per la Geocronologia e Geochimica delle Formazioni Recenti presso l'Istituto di Geochimica dell'Università di Roma.

ha talora struttura concrezionare; le singole concrezioni essendo formate da gusci alternati di barite, celestite e calcite saldati tra loro dagli stessi minerali in forma cripto-cristallina o da calcite macrocristallina. Nella parte più alta del deposito le concrezioni sono più piccole o i tre minerali sono in masse micro-criptocristalline cementanti blocchi eterogenetici. L'età della mineralizzazione è post-pleiocenica, forse anteriore alla « panchina » tirreniana (FAZZINI et al., 1972). In Fig. 1 è riportata la geologia dell'area.

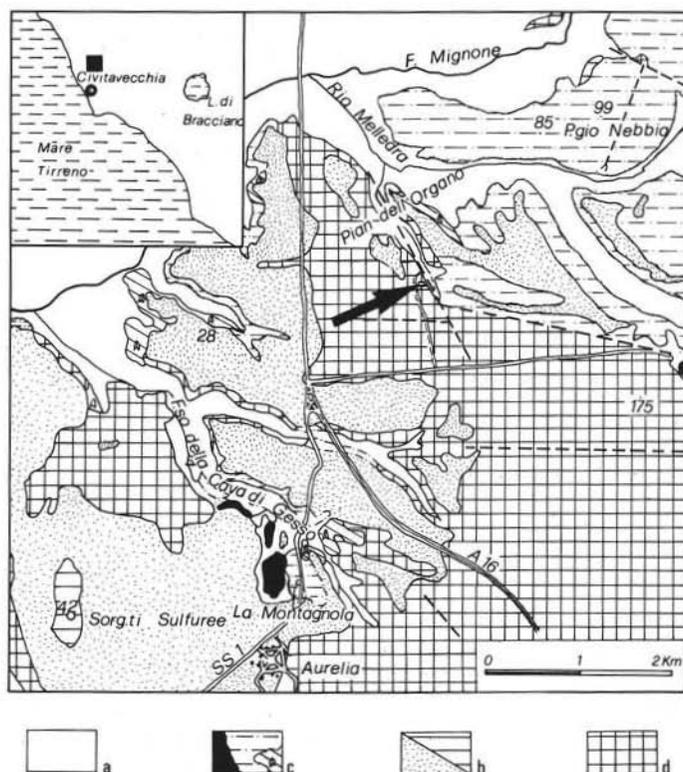


Fig. 1. — Schema geologico dell'area di Pian dell'Organo e zone limitrofe (rielaborato da FAZZINI et al., 1972). La freccia indica l'ubicazione della « cava » di barite e celestite. *a* = Depositi alluvionali. Recente-Attuale. *b* = Depositi marini e continentali clastici. Travertini. Siciliano-Olocene. *c* = Argille grigio-azzurre con lenti e banchi di gesso. Pliocene inferiore. Lave acide del distretto Tolfetano. Pliocene superiore - Pleistocene. *d* = Formazione flyschoida. Creta superiore - Paleocene.

Secondo CONFORTO (1951) il deposito di Pian dell'Organo è una mineralizzazione idrotermale di bassa temperatura per « ascensum ».

Il lavoro recente ed attuale di coltivazione della « cava » ha alquanto modificato la descrizione del deposito fatta da CONFORTO (1951), giacchè ha messo in luce l'esistenza di due distinte aree a composizione mineralogica differente. Nella parte settentrionale e centrale della « cava » è infatti presente quasi esclusivamente celestite, mentre nel settore più meridionale, attualmente non in coltivazione, il

« minerale » è costituito da una mistura di solfato di Ba e Sr in proporzioni pressochè uguali.

### Considerazioni geochimiche sull'origine del giacimento

L'individuazione della provenienza dello Sr, Ba e dello ione  $\text{SO}_4^{=}$  necessari alla formazione del deposito di barite e celestite di Pian dell'Organo può essere, tentativamente, fatta alla luce di quanto è emerso da recenti studi condotti su acque e rocce della regione nord-laziale (BALDI et al., 1973; BARBIERI et al., 1976, 1977,

TABELLA 1

*Contenuti di Ba in rocce e minerali della regione dei Monti della Tolfa<sup>o</sup>*

N Campione	Ba ppm	N Campione	Ba ppm
1c calcite <sup>oo</sup>	5	6f fluorite <sup>oo</sup>	1
2c calcite <sup>oo</sup>	1	23 travertino <sup>ooo</sup>	10
3c calcite <sup>oo</sup>	4	L9 calcare "scaglia" <sup>ooo</sup>	4
4c calcite <sup>oo</sup>	50	L8 calcare "scaglia" <sup>ooo</sup>	40
5c calcite <sup>oo</sup>	1	L7 calcare "scaglia" <sup>ooo</sup>	50
6c calcite <sup>oo</sup>	10	L6 calcare liassico <sup>oo</sup>	40
7c calcite <sup>oo</sup>	40	L5 calcare liassico <sup>oo</sup>	10
1f fluorite <sup>oo</sup>	1	L4 calcare liassico <sup>oo</sup>	80
2f fluorite <sup>oo</sup>	1	L3 calcare liassico <sup>oo</sup>	50
3f fluorite <sup>oo</sup>	4	L2 calcare liassico <sup>oo</sup>	50
4f fluorite <sup>oo</sup>	4	L1 calcare liassico <sup>oo</sup>	80

<sup>o</sup> Determinazioni effettuate per via spettrografica.

<sup>oo</sup> Monte delle Fate (BARBIERI et al., 1977).

<sup>ooo</sup> S. Severa (BARBIERI et al., 1978 a).

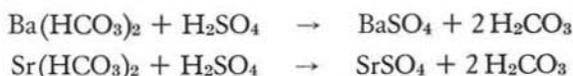
1978 a, 1978 b). Ciò perchè, a nostro avviso, l'origine di detto deposito s'inserisce nel più vasto quadro genetico delle manifestazioni minerarie di età post-appenninica dell'area toscano-laziale.

Per quanto concerne lo stronzio, BARBIERI et al. (1978 a) hanno osservato che i travertini plio-quadernari del Lazio settentrionale hanno tenori generalmente più alti della media dei carbonati marini (450 ppm: FLUGEL e WEDEPOHL, 1967), dalla dissoluzione dei quali procede gran parte del loro carbonato di calcio (MANFRA et al., 1976). Tali alti contenuti di Sr suggeriscono che l'elemento sia stato fornito prevalentemente dalla formazione evaporitica triassica presente nel sottosuolo della regione (BALDI et al., 1973) e di cui sono noti i dati di contenuto di Sr della frazione solfatica (BARBIERI et al., 1976). Un'analoga spiegazione è stata avanzata anche per lo Sr di alcune mineralizzazioni filoniane a calcite dall'area tolfetana, ricche nell'elemento (BARBIERI et al., 1977, 1978 b). Inoltre, secondo BALDI et al. (1973) è dalla formazione evaporitica triassica che le acque delle numerose sorgenti termali e minerali dell'area nord-laziale deriverebbero il loro contenuto salino (e quindi anche lo Sr).

Dati sul contenuto di Ba nelle formazioni rocciose dell'area laziale sono pressochè assenti, se si fa eccezione di poche determinazioni effettuate su calcari della Serie Toscana, calciti filoniane e un campione di travertino dell'area dei Monti della Tolfa (vedi Tab. 1). Sono al contrario piuttosto numerosi i dati sul contenuto dell'elemento nelle acque termali e minerali della regione riferibili all'acquifero triassico (BALDI et al., 1973). Dette acque hanno tenori di Ba compresi tra 2,5 e 35 ppm, cioè di gran lunga superiori a quelli misurati (Ba in tracce o assente) nelle acque superficiali e/o emergenti da altri acquiferi della stessa area.

Alla luce di queste osservazioni è pertanto verosimile ritenere che la fonte principale dello stronzio e del bario che hanno concorso alla formazione del deposito di Pian dell'Organo sia la formazione evaporitica triassica. L'elevata disponibilità dei due elementi, trasportati in soluzione verosimilmente sotto forma di bicarbonato, nelle acque risalenti per faglia dall'acquifero suddetto appare la condizione necessaria alla formazione dei due solfati.

All'incontro di queste acque con soluzioni percolanti ricche di ioni  $\text{SO}_4^{=}$ , derivanti dalla dissoluzione dei gessi contenuti nelle argille (1), si sarebbero, localmente, create le condizioni di precipitazione dei due sali, secondo lo schema



Infatti, se è vero che ioni  $\text{SO}_4^{=}$  sono disponibili, talora in quantità rilevanti anche nelle acque provenienti dalla formazione evaporitica triassica, è peraltro vero che in esse Ba e Sr si rinvenivano in soluzione, in concentrazioni superiori a quelle consentite dai prodotti di solubilità dei due rispettivi solfati. Questo fatto non ha un'immediata spiegazione, tuttavia tentativamente si può pensare che la « forza ionica » della soluzione impedisca la precipitazione dalle acque dei due solfati. Questa avrebbe luogo solo quando la concentrazione degli ioni  $\text{SO}_4^{=}$  è veramente massiccia, come nel caso di acque circolanti nei gessi. Un brusco abbassamento della temperatura delle soluzioni può anche favorire ulteriormente la precipitazione dei due sali.

La scarsa quantità di gesso, solo occasionalmente (CONFORTO, 1951) rinvenuto in paragenesi con la barite e la celestite, è compatibile con la più elevata solubilità di questo sale.

Per la calcite, terzo minerale per abbondanza nel deposito di Pian dell'Organo, è verosimile che la sua deposizione sia avvenuta solo dopo la precipitazione dei due solfati, conformemente allo schema di reazione proposto più sopra.

L'esistenza di una zonalità del deposito suggerisce che la porzione meridionale del giacimento, quella cioè in cui barite e celestite sono presenti in rapporti pressochè paritetici, sia verosimilmente di formazione anteriore alla restante, praticamente a sola celestite, a causa della minore solubilità del solfato di bario rispetto a quella del composto di stronzio.

(1) In questa formazione è presente anche della marcasite cristallina, dall'ossidazione della quale è possibile che sia derivato un contributo, seppure alquanto subordinato, di ioni solfato.

L'ipotesi dell'incontro tra acque fredde percolanti, solubilizzanti i gessi delle argille plioceniche, ed acque termali di provenienza profonda risalenti lungo un contatto tettonico non è in contrasto con la giacitura della mineralizzazione. Essa infatti, come si è detto in precedenza (CONFORTO, 1951; DESSAU et al., 1975), è pressochè verticale ed è verosimilmente in relazione con un sistema di fratture (FAZZINI et al., 1972). La struttura concrezionare ed in alternanze, laddove essa è presente, ben spiegherebbe la precipitazione discontinua dei minerali, in probabile relazione alla discontinua disponibilità di anioni solfato, forniti essenzialmente dalle acque vadose. Nè d'altra parte l'esistenza della zona a sola celestite è in contrasto col modello genetico proposto, giacchè essa verosimilmente rappresenta il prodotto finale della soluzione madre, ormai impoverita di Ba, una volta che, per cause varie, sia stata interrotta l'alimentazione dall'acquifero triassico.

È poco probabile che la solubilizzazione dei gessi inclusi nelle argille plioceniche <sup>(2)</sup> abbia fornito un contributo importante (BARBIERI et al., 1976) al tenore di Sr e Ba delle soluzioni provenienti dall'acquifero triassico, giacchè non è verosimile che Sr e Ba, in quantità superiori ai loro prodotti di solubilità, rimangano in soluzione in acque fredde e ricche di ioni  $\text{SO}_4^{=}$  senza che avvenga la loro precipitazione sotto forma di solfato.

Circa la genesi del deposito di Pian dell'Organo, in conclusione, le nostre considerazioni portano a confermare quanto suggerito da CONFORTO (1951), secondo cui il giacimento sarebbe una mineralizzazione « per ascensum ».

Il fatto, infine, che depositi di travertino, manifestazioni attive di acque termali e la cupola lavica della Montagnola (cfr. Fig. 1) siano allineati lungo il contatto stratigrafico tra flysch ed argille plioceniche gessifere, lascia supporre (CONFORTO, 1951) che tutte queste fenomenologie unitamente a quella di Pian dell'Organo, siano riconducibili, almeno indirettamente, all'attività vulcanica plio-pleistocenica (LOMBARDI et al., 1974) della zona. In prima istanza si può quindi pensare che la locale intrusione magmatica abbia fornito l'energia termica necessaria all'attivazione di celle convettive nella circolazione delle acque sotterranee, nelle immediate vicinanze della manifestazione. Una derivazione diretta di Sr (e verosimilmente di Ba) da fonti magmatiche connesse all'intrusione della cupola lavica della Montagnola è improponibile giacchè, come è noto (BARBIERI et al., 1978 b), il magmatismo del distretto Tolfetano è estremamente povero di stronzio.

Un meccanismo di formazione della celestite in qualche modo analogo a quello da noi proposto è stato di recente descritto da IMREH e NICORICI (1978) per il solfato di stronzio rinvenuto fibroso nelle argille sottostanti ed intercalate a calcari eocenici e tortoniani del Bacino Transilvanico (Romania). Gli autori interpretano la formazione del minerale per deposizione da parte di acque vadose liscivianti Sr dalle

---

(2) La disponibilità di gessi è localmente, specie in profondità, assai più elevata di quanto non si possa desumere dagli affioramenti. Ad esempio nella valle del rio Melledra, alle pendici settentrionali della collina fronteggiante il deposito di barite e celestite in esame, durante i lavori di coltivazione di una cava di gesso, ora abbandonata, si è rinvenuto, a debole profondità, un banco di materiale, della potenza di circa 7 metri.

formazioni calcaree sovrastanti, a causa dell'ambiente ricco di ioni solfato per ossidazione e decomposizione dei solfuri di Fe contenuti nelle argille che costituiscono, data la loro scarsa permeabilità, una roccia barriera all'ulteriore percolazione delle acque.

JAYARAMAN (1940) ha descritto celestite associata a gesso nelle argille cretacee di Trichy (India). Secondo detto autore il minerale si sarebbe formato per azione di  $\text{Sr}(\text{HCO}_3)_2$  sul solfato di Ca, con un processo genetico cioè non molto dissimile da quello che, a parer nostro, ha portato alla formazione della mineralizzazione di Pian dell'Organo.

Ricordiamo infine che anche parte della celestite presente in noduli geodici nelle marne del Keuper di Yate, Inghilterra, è stata interpretata (WOOD e SHAW, 1976) come il prodotto metasomatico di acque ricche di Sr e Ba su anidriti.

*Ringraziamenti.* — Gli Autori desiderano ringraziare il prof. MARIO FORNASERI, direttore dell'Istituto, per la revisione critica del manoscritto; le dottoresse LUGIA TOLOMEO e LUISA CONFORTO per la collaborazione nella determinazione del contenuto di Ba; l'ing. IRENEO ANGELINI, proprietario della «cava» di Pian dell'Organo, per aver permesso l'accesso all'area della mineralizzazione.

#### BIBLIOGRAFIA

- BALDI P., FERRARA G. C., MASSELLI L., PIERETTI G. (1973) - *Hydrogeochemistry of the Region Between Monte Amiata and Rome*. Geothermics, 2, 124-141.
- BARBIERI M., MASI U., TOLOMEO L. (1976) - *Distribuzione dello stronzio nei gessi e nelle anidriti delle formazioni evaporitiche dell'Italia centrale*. Rend. S.I.M.P., 32, 551-560.
- BARBIERI M., MASI U., TOLOMEO L. (1977) - *Geochemical Evidence on the Origin of the Epithermal Fluorite Deposit at Monte delle Fate near Cerveteri (Central Italy)*. Mineralium Deposita, 12, 393-398.
- BARBIERI M., MASI U., TOLOMEO L. (1978 a) - *Origin and distribution of strontium in the travertines from Latium*. Chemical Geology (in press).
- BARBIERI M., FERRINI V., LOMBARDI G., PENTA A. (1978 b) - *Use of Sr in carbonates for the interpretation of the deep minerogenetic fluid circulation in the Tolfa Mountains (Rome)*. Chemie der Erde, 37, 143-153.
- CONFORTO B. (1951) - *Giacimento di Baritina e Celestina di Tarquinia (Regione « Sacro Monte »)*. Rend. Soc. It. Min., 7, 65-75.
- DESSAU G., LEONARDELLI A., MINNITI M., PANTANETTI F., STAMPANONI G., VIGHI L., ZUCCHETTI S. (1975) - *Italia centro-meridionale*. In: *Memoria illustrativa della Carta Mineraria d'Italia alla scala 1 : 1.000.000*. Serv. Geol. It., 115-144.
- FAZZINI P., GELMINI R., MANTOVANI M. P., PELLEGRINI M. (1972) - *Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale; province di Viterbo e Roma)*. Mem. Soc. Geol. It., 11, 65-144.
- FLUGEL H. W., WEDEPOHL K. H. (1967) - *Die Verteilung des Strontium in oberjurassischen Karbonatgesteinen der Nordlichen Kalkalpen*. Contr. Mineral. Petrol., 14, 229-249.
- JAYARAMAN N. (1940) - *Origin of celestine in the Cretaceous beds of Trichy*. Quart. Journ. Indian Inst. Sci., 3, 25 (M.A. 9-34).
- IMREH J., NICORICI E. (1978) - *Nuovo affioramento di celestina fibrosa nel Bacino Transilvanico (Romania)*. Periodico Mineral. (in stampa).
- LOMBARDI G., NICOLETTI M., PETRUCCIANI C. (1974) - *Età dei complessi Tolfetano, Cerite e Manziate (Lazio nord-occidentale)*. Periodico Mineral., 43, 351-375.
- MANFRA L., MASI U., TURI B. (1976) - *La composizione isotopica dei travertini del Lazio*. Geologica Romana, 15, 127-174.
- WOOD M. W., SHAW H. F. (1976) - *The geochemistry of celestites from the Yate area near Bristol (U.K.)*. Chem. Geol., 17, 179-193.