

MARIO BARBIERI*, UMBERTO MASI*, LUIGIA TOLOMEO*

DISTRIBUZIONE DELLO STRONZIO NEI GESSI E NELLE ANIDRITI DELLE FORMAZIONI EVAPORITICHE DELL'ITALIA CENTRALE**

RIASSUNTO. — È stato determinato il contenuto di stronzio in 26 campioni di gesso appartenenti alla formazione evaporitica mio-pleiocenica, raccolti negli affioramenti di Pomarance, Radicondoli, Chiusdino (Toscana) e di Civitavecchia (Lazio); in 15 campioni di gesso e 18 campioni di anidrite della formazione evaporitica triassica. I gessi triassici provengono dagli affioramenti di Roccastrada e Capalbio (Toscana), le anidriti dalle perforazioni eseguite dall'AGIP in alcune località delle Marche (Burano I e Fossombrone I), dell'Umbria (Perugia I e II) e della Puglia (Foresta Umbra I).

Le due formazioni presentano contenuti medi di stronzio, rispettivamente di 1013 ppm per i gessi terziari, di 2437 ppm per i gessi triassici e di 2010 ppm per le anidriti triassiche. I contenuti medi di stronzio dei gessi e delle anidriti triassici risultano significativamente più elevati di quello medio dei gessi terziari.

I processi diagenetici vengono discussi come probabili responsabili del diverso contenuto delle due formazioni e delle variazioni in stronzio riscontrate in campioni di diversa composizione mineralogica (gesso, gesso+anidrite) e diverso grado di compattezza nell'ambito di uno stesso affioramento.

ABSTRACT. — Strontium content for 26 samples of gypsum of Mio-Pliocenic age was determined; the samples have been collected from the outcrops of Pomarance, Radicondoli, Chiusdino (Tuscany) and Civitavecchia (Latium). In addition 15 samples of gypsum and 18 samples of anhydrite of Upper Triassic age have been analyzed; gypsum samples have been collected from the outcrops of Roccastrada and Capalbio (Tuscany) and anhydrite come from drill cores performed by AGIP in the Central-Southern Italy (Burano I and Fossombrone I, Marche; Perugia I - II, Umbria; Foresta Umbra I, Puglia).

The Mio-Pliocenic gypsum shows an average strontium content of 1013 ppm, the Upper Triassic gypsum of 2437 ppm and the Upper Triassic anhydrite an average of 2010 ppm.

The Upper Triassic gypsum and anhydrite are significantly enriched in strontium in comparison with the Mio-Pliocenic gypsum.

Diagenetic processes are considered as responsible for the different strontium content of the two sulphatic evaporite formations and of the local variations of the strontium content observed in samples of different mineralogy (gypsum, gypsum+anhydrite) and of different degree of compactness.

Introduzione

Nel corso di ricerche sul comportamento geochimico dello stronzio in diversi materiali, quali i travertini della zona laziale e i minerali provenienti dai depositi

* Istituto di Geochimica dell'Università di Roma.

** Lavoro eseguito con il contributo finanziario del C.N.R. nell'ambito del Centro di Studio per la Geochimica Applicata alla Stratigrafia Recente.

a fluorite, calcite e baritina della Penisola Italiana, che saranno oggetto di prossime pubblicazioni, si è presentata l'esigenza di spiegare gli elevati contenuti dell'elemento riscontrati nelle zone studiate. Tali arricchimenti potevano essere giustificati solo in base all'esistenza di potenziali serbatoi, dai quali lo stronzio potesse essere facilmente rimosso e quindi riconcentrato per l'instaurarsi di processi mineralizzanti.

È noto da tempo ed è stato in epoca recente ampiamente confermato (MURRAY, 1964; BRAITSCH, 1971) che i contenuti più elevati di stronzio nelle formazioni sedimentarie si riscontrano in quelle in facies solfato-evaporitica. Nell'Italia centro-meridionale sono presenti due importanti formazioni in facies evaporitica, una attribuita al Trias, l'altra, rappresentata anche in Sicilia, attribuita al Messiniano. In questo contesto sono stati presi in esame campioni di gessi della formazione terziaria e campioni di gessi e anidriti provenienti dalla formazione mesozoica, limitatamente all'area dell'Italia Centrale.

È opinione generale (BORCHERT e MUIR, 1964; MURRAY, 1964) che il prodotto più comune, anche se non l'unico, della precipitazione diretta del solfato di calcio dall'acqua di mare sia il gesso; tale minerale per disidratazione precoce o durante il seppellimento si trasforma facilmente in anidrite. Se la formazione rimane coperta dalla coltre sedimentaria l'anidrite tende a preservarsi come tale, se al contrario i livelli solfatici vengono spostati in vicinanza della superficie, essa può ritrasformarsi in gesso. Ciò spiega perchè il gesso è la fase che si ritrova di solito in affioramento od in sedimenti recenti, raramente in profondità frammisto all'anidrite; quest'ultima è invece la fase predominante nei campioni ottenuti in miniera o nelle perforazioni. Durante i processi di disidratazione e/o idratazione si verifica (KUHN, 1968) comunemente un impoverimento negli elementi traccia e quindi nello stronzio, che, mobilizzato, può essere trasportato dalle acque e riconcentrato in depositi o mineralizzazioni secondarie. Lo scopo della presente ricerca è stato quindi quello di verificare l'ipotesi di una concentrazione dell'elemento nelle due formazioni evaporitiche italiane e di seguirne, ove possibile, il comportamento nei continui processi di reciproca trasformazione a cui facilmente sono sottoposte le due fasi minerali del solfato di calcio.

I campioni analizzati provengono: per quanto riguarda la formazione terziaria dagli affioramenti di Pomarance, Chiusdino, Radicondoli (Toscana) e di Civitavecchia (Lazio); per la formazione triassica dagli affioramenti di Roccastrada e Capalbio (Toscana) e delle perforazioni effettuate dall'AGIP (1) in località Burano I e Fossombrone I (Marche), Perugia I-II (Umbria) e Foresta Umbra I (Puglia). Si riporta in Appendice una breve descrizione dei campioni analizzati.

(1) Gli Autori sono grati alla Società AGIP ed in particolare ai dott. V. FOIS e U. ACCORSI per aver fornito i campioni provenienti dai sondaggi.

Cenni geologici

In fig. 1 sono riportate le località di prelevamento dei gessi oggetto del presente lavoro. Per quanto concerne le anidriti, molti campioni analizzati con l'eccezione dei reperti delle perforazioni denominate Perugia I-II, ubicate presso questa città, provengono da località site più ad est dell'area rappresentata in figura, rispettivamente comprese nel territorio delle Marche (sondaggi Fossombrone I e Burano I), e della Puglia (Foresta Umbra I).

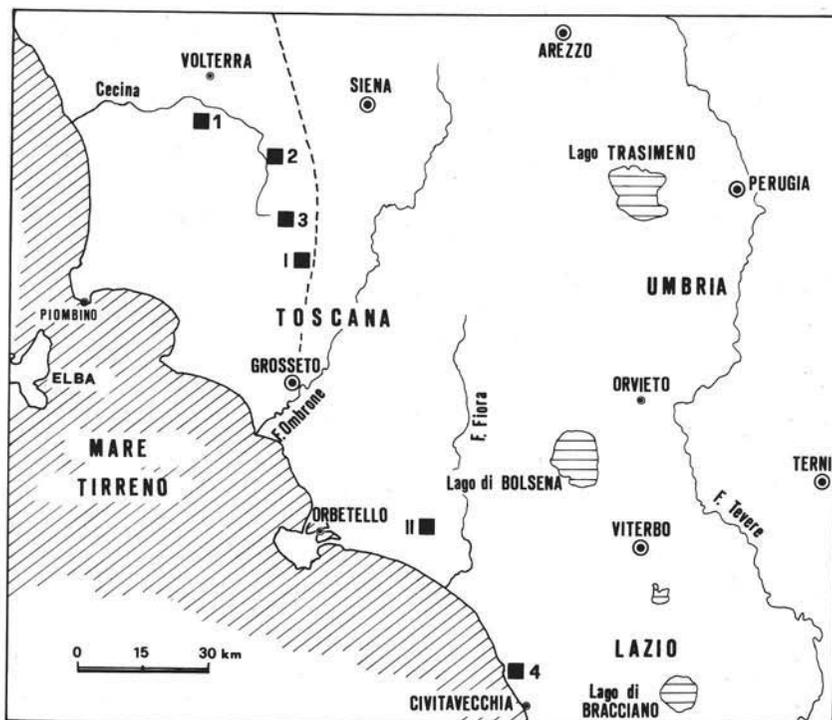


Fig. 1. — Localizzazione degli affioramenti di gesso in Toscana, Umbria e Lazio. Gli affioramenti contrassegnati con numeri arabi sono attribuiti al Miocene superiore-Pliocene inferiore, quelli con numeri romani sono riconducibili al Trias superiore. La linea tratteggiata distingue il Bacino Toscano lacustre, ad est, da quello marino, ad ovest, entrambi attribuiti al Miocene superiore.

1 - Pomarance 2 - Radicondoli 3 - Chiusdino 4 - Civitavecchia I - Roccastrada II - Capalbio

L'area di affioramento dei gessi toscani di età terziaria è limitata alla sola parte occidentale della regione, cioè a quella compresa tra il mare Tirreno e la Dorsale Medio-Toscana (indicata con una linea tratteggiata in fig. 1, GIANNINI et Al., 1971). Questa Dorsale nel Miocene superiore separava il bacino marino del settore occidentale (zona Volterra-Grosseto) da quello lacustre della parte orientale (zona Siena). Il più importante dei bacini neogenici instauratisi nell'area toscana occidentale è quello di Volterra, sia per estensione che per sviluppo della serie, questa

nella sua parte centrale supera i 2000 metri di spessore e contiene notevoli depositi di salgemma. I nostri campioni provengono da tre zone di questo bacino (MAZZANTI, 1966).

Nei vari affioramenti i gessi si rinvencono spesso in forma di noduli microcristallini disseminati nelle argille. Questi noduli trovano largo impiego nella zona di Volterra come materia prima (alabastro) per la lavorazione di suppellettili decorative. Singoli cristalli di gesso non sono infrequenti nella matrice argillosa. L'età della formazione argilloso-evaporitica è Messiniana (GIANNINI et al., 1971) per quanto concerne gli affioramenti toscani; un po' più tarda (basso Pliocene, secondo FAZZINI et al., 1972) per l'affioramento laziale sito presso Civitavecchia. In quest'ultima località inoltre i noduli si rinvencono talora dispersi in un feltro di cristalli megaforni, sempre di gesso, di evidente ricristallizzazione tardiva.

Per quanto riguarda la formazione evaporitica triassica, essa è conosciuta sia in una serie di affioramenti di gessi in varie località dell'area toscana, tra cui Roccastrada e Capalbio, sia in numerosi sondaggi in facies anidritica, oltre che in Toscana, in Umbria, nelle Marche e in Puglia. L'età della formazione è generalmente attribuita al Norico-Retico sulla base della sua posizione stratigrafica, mancando la presenza di fossili significativi.

L'attribuzione è possibile per la presenza al tetto della formazione evaporitica di calcari a *Raetavicula contorta* (Retico) e al letto del Verrucano (Trias inferiore).

I gessi di età triassica si rinvencono di solito in alternanza con dolomie brecciate in zone prossime alla superficie e sono oggetto di estrazione in numerose cave. Nella zona di Roccastrada le dolomie affiorano in banchi, in strati lentiformi o in cuscini lenticolari o tondeggianti anche di piccole dimensioni; le strutture deposizionali sono generalmente rappresentate da pacchi di lamine spesso interstratificate e variamente commiste a gesso. Questo inoltre presenta molte lamine lenticolari o parallele e più raramente è distribuito in banchi massicci. Nella zona di Capalbio, in località « Pozzo del lino », la formazione evaporitica, interessata da mineralizzazioni ad antimonite, si presenta in livelli caotici con breccie costituite da elementi grossolani di gesso, spesso laminato, immersi in una pasta gessosa indifferenziata, contenente anche piccoli elementi dolomitici. Sono anche presenti dolomie a banchi e a cuscini, talora interstratificate con livelli gessosi o gessi laminati (PASSERI, 1975).

Quanto alle anidriti esse costituiscono una tipica formazione (« Formazione di Burano », MARTINIS e PIERI, 1964) incontrata solo nelle perforazioni in alternanza con dolomie e calcari, che si ritiene diffusa sotto tutto il territorio dell'Italia centrale. La potenza massima di tale formazione è sconosciuta, ma essa risulta superiore ai 1000 metri (sondaggio Perugia II, MARTINIS e PIERI, 1964).

Metodi analitici

Il contenuto di stronzio è stato determinato mediante analisi per fluorescenza da raggi X, usando come standard interno il molibdeno, secondo il metodo de-

scritto da TADDEUCCI e BARBIERI (1966). L'analisi di fase è stata condotta per diffrattometria dei raggi X.

Risultati sperimentali e discussione

TABELLA 1

Contenuto di stronzio dei gessi mio-pliocenici, dei gessi triassici e delle anidriti triassiche dell'Italia Centrale

Gessi mio-pliocenici			Gessi triassici			Anidriti triassiche		
N	Località	Sr ppm	N	Località	Sr ppm	N	Località	Sr ppm
1	Pomaranca-1	760	27	Roccastrada-1	1.090	42	Foresta Umbra I-1	1.440
2	Pomaranca-2	3.000	28	Roccastrada-2	2.570	43	Foresta Umbra I-2	1.480
3	Pomaranca-3	980	29	Roccastrada-3	1.010	44	Foresta Umbra I-3	1.940
4	Pomaranca-4	1.050	30	Roccastrada-4	1.810			$\bar{x} = 1.620$
5	Pomaranca-5	1.390	31	Roccastrada-5	3.760			$s = 278$
		$\bar{x} = 1.436$	32	Roccastrada-6	1.600			
		$s = 903$	33	Roccastrada-7	1.060	45	Burano I-1	2.280
6	Radicondoli-1	970	34	Roccastrada-8	5.820	46	Burano I-2	1.270
7	Radicondoli-2	1.350	35	Roccastrada-9	2.710	47	Burano I-3	1.980
8	Radicondoli-3	730	36	Roccastrada-10	3.410	48	Burano I-4	1.580
9	Radicondoli-4	980			$\bar{x} = 2.505$	49	Burano I-5	3.780
10	Radicondoli-5	1.400			$s = 1.580$	50	Burano I-6	2.460
		$\bar{x} = 1.086$	37	Capalbio-1	2.740			$\bar{x} = 2.225$
		$s = 282$	38	Capalbio-2	2.330			$s = 879$
11	Chiusdino-1	2.815	39	Capalbio-3	2.460	51	Perugia I-1	2.160
12	Chiusdino-2	1.060	40	Capalbio-4	2.530	52	Perugia I-2	1.500
13	Chiusdino-3	590	41	Capalbio-5	1.660	53	Perugia I-3	1.400
14	Chiusdino-4	630			$\bar{x} = 2.273$			$\bar{x} = 1.687$
15	Chiusdino-5	1.570			$s = 564$			$s = 413$
16	Chiusdino-6	695				54	Perugia II-1	2.260
		$\bar{x} = 1.226$				55	Perugia II-2	3.500
		$s = 862$				56	Perugia II-3	2.100
17	Civitavecchia-1	850						$\bar{x} = 2.620$
18	Civitavecchia-2	1.520						$s = 766$
19	Civitavecchia-3	720				57	Fossombrone I-1	1.520
20	Civitavecchia-4	720				58	Fossombrone I-2	1.960
21	Civitavecchia-5	920				59	Fossombrone I-3	1.480
22	Civitavecchia-6	380						$\bar{x} = 1.653$
23	Civitavecchia-7	370						$s = 266$
24	Civitavecchia-8	230						
25	Civitavecchia-9	320						
26	Civitavecchia-10	350						
		$\bar{x} = 638$						
		$s = 395$						

Come si può osservare dai dati riportati in tab. 1 i valori medi del contenuto di stronzio dei gessi mio-pliocenici dei singoli depositi sono compresi tra un minimo di 638 ppm per i materiali di Civitavecchia ed un massimo di 1436 ppm per quelli di Pomaranca. I valori singoli dei vari campioni sono ancora più variabili essendo compresi tra le 230 ppm di Civitavecchia - 8 e le 3000 ppm di Pomaranca - 2.

Nell'ambito dei singoli giacimenti si può osservare che:

a) nel deposito di Pomarance ($x = 1436$ ppm Sr) i campioni Pomarance - 2 - 4 - 5, contenenti tracce di anidrite, presentano valori di stronzio superiori a quelli di Pomarance - 1 - 3, formati esclusivamente da gesso: tutti i campioni mostrano (v. Appendice) una struttura microcristallina compatta;

b) nel deposito di Radicondoli ($x = 1086$ ppm Sr) i campioni Radicondoli - 2 - 5, contenenti anidrite, presentano valori di stronzio superiori a quelli di Radicondoli - 1 - 3 - 4, completamente di gesso: tutti i campioni (v. Appendice) mostrano una struttura microcristallina compatta;

c) nel giacimento di Chiusdino ($x = 1266$ ppm Sr) il campione Chiusdino - 1, contenente solo gesso, presenta il più elevato contenuto dell'elemento rispetto ai campioni che contengono piccoli tenori di anidrite: il campione Chiusdino - 1 ha aspetto saccaroide con scarso grado di compattezza, mentre gli altri mostrano struttura microcristallina compatta;

d) nel deposito di Civitavecchia ($x = 638$ ppm Sr) infine i campioni sono tutti interamente di gesso, inoltre Civitavecchia - 1 - 3 - 4 - 5 presentano valori di stronzio intermedi tra il campione Civitavecchia - 2 (1520 ppm Sr) e i campioni Civitavecchia - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 (da 230 ppm a 380 ppm Sr): la struttura (v. Appendice) è microcristallina compatta nei primi quattro, saccaroide nel Civitavecchia - 2 e a megacristalli nei rimanenti campioni.

Da quanto esposto per i gessi terziari, risulta evidente che nei singoli giacimenti i contenuti più elevati di stronzio sono generalmente legati o a gessi a struttura saccaroide (v. Chiusdino - 1 e Civitavecchia - 2) od a campioni a composizione mista gesso-anidrite con struttura microcristallina compatta (v. ad es. Pomarance - 2 - 4 - 5, Radicondoli - 2 - 5). Sembra lecito ritenere quindi che i diversi contenuti dell'elemento traccia siano il risultato di diversi gradi di diagenesi. Poiché si ritiene che i processi diagenetici portino comunemente ad un progressivo impoverimento negli elementi traccia, i campioni Chiusdino - 1 e Civitavecchia - 2 di gesso saccaroide, con il contenuto più elevato dell'elemento nell'ambito dei rispettivi giacimenti, possono essere ritenuti come prodotti scarsamente diagenizzati o di precipitazione primaria. I campioni a struttura compatta e composizione o mista a gesso e anidrite o esclusivamente a gesso sarebbero quindi i testimoni di diversi stadi di diagenesi, come risulta evidente anche dal progressivo impoverimento in stronzio. È interessante infatti notare che nel caso di Civitavecchia i campioni più poveri nell'elemento sono quelli formati da grossi cristalli singoli (v. Appendice) chiaramente interpretabili come il risultato di ripetute dissoluzioni e ricristallizzazioni in ambiente subaereo.

I gessi triassici, come si può vedere dalla tab. 1, presentano contenuti singoli in stronzio piuttosto alti e le medie ottenute per i due giacimenti sono rispettivamente 2505 ppm per Roccastrada e 2273 ppm per Capalbio. Nell'ambito di tali depositi si può notare che:

a) i campioni di Capalbio, che sono esclusivamente gessi, presentano alti e pressochè omogenei contenuti in stronzio: la struttura (v. Appendice) è in tutti i campioni saccaroide con scarso grado di compattezza;

b) nel deposito di Roccastrada i valori del contenuto di stronzio sono piuttosto variabili (da 1010 a 5820 ppm Sr) ed il tenore più elevato è quello relativo al campione Roccastrada - 8 di aspetto saccaroide scarsamente compatto. Per analogia con quanto precedentemente detto per i gessi mio-pliocenici Roccastrada - 8 può essere ritenuto il prodotto di uno scarso grado di diagenesi o addirittura di una precipitazione primaria e così anche per i campioni del giacimento di Capalbio. Quanto alle variazioni di contenuto degli altri campioni di Roccastrada a struttura compatta e costituiti o da gesso e anidrite (in varie proporzioni; v. Appendice) o da solo gesso, sarebbero da ricondurre a diversi stadi di diagenesi.

Le anidriti che fanno parte della stessa formazione evaporitica triassica, provenienti dalle perforazioni già descritte, hanno contenuti medi variabili da un minimo di 1620 ppm per il pozzo Foresta Umbra I ad un massimo di 2620 ppm per il pozzo Perugia II. All'analisi roentgenografica le anidriti (v. Appendice) hanno spesso rivelato la presenza di dolomite, in quantità per lo più minime ($\leq 5\%$) a parte il campione Burano I - 6 costituito da anidrite frammista ad abbondante dolomite ($\approx 40\%$). Determinazioni di stronzio eseguite su alcuni campioni di calcari di Capalbio, appartenenti alla serie triassica, hanno evidenziato che il contenuto di questo elemento diminuisce all'aumentare della dolomite: infatti a tenori di dolomite di circa il 30, 60 e 90 % corrisponde un contenuto di stronzio di 2750, 970 e 470 ppm rispettivamente. Da quanto esposto sembrerebbe logico aspettarsi una diminuzione dei valori dello stronzio nei campioni di anidrite contenenti dolomite, in realtà non è possibile mettere in evidenza una correlazione tra le due grandezze.

Il confronto statistico del contenuto medio di stronzio delle anidriti ($x = 2010$ ppm Sr) e dei gessi ($x = 2437$ ppm Sr) della formazione evaporitica triassica non mette in luce differenze significative. Infatti i contenuti oscillano in campi di variabilità piuttosto simili; nei gessi vanno da un minimo di 1010 ppm (Roccastrada - 3) ad un massimo di 3760 ppm (Roccastrada - 5) con la sola eccezione del campione Roccastrada - 8 (5820 ppm); nelle anidriti da un minimo di 1270 ppm (Burano I - 2) ad un massimo di 3780 ppm (Burano I - 5). D'altra parte l'origine sia dei gessi che delle anidriti triassiche è legata allo stesso bacino evaporitico e quindi le variazioni di contenuto elementare possono essere ritenute il risultato dell'azione differenziale della diagenesi.

È invece interessante notare che il confronto fra il contenuto medio di stronzio (2202 ppm) della formazione solfato-evaporitica triassica e quello (1013 ppm) della formazione solfato-evaporitica mio-pliocenica ha messo in evidenza un contenuto significativamente più elevato dell'elemento nella formazione più antica. Le sole possibili interpretazioni di tale differenza sono o un diverso contenuto originario e/o un'azione più spinta della diagenesi nel caso dei gessi terziari. Non ci sono

elementi tali da rendere plausibile o meno l'ipotesi di una maggiore concentrazione dello stronzio nel bacino evaporitico triassico, legata a particolari condizioni chimico-fisiche ambientali; è comunque evidente che i gessi mio-pliocenici, data la loro giacitura superficiale, hanno potuto subire più intense azioni diagenetiche di dissoluzioni e ricristallizzazioni successive. Tali azioni che, come già detto, portano ad un progressivo impoverimento in stronzio, potrebbero anche essere le uniche responsabili delle differenze osservate tra gessi terziari e gessi e anidriti triassici.

A conclusione di quanto esposto risulta dimostrato in termini quantitativi il significato di tali formazioni quali potenziali serbatoi di stronzio, tenendo conto in particolare anche della loro potenza. Questo elemento può essere facilmente rimosso nel corso dei molteplici processi di trasformazione da gesso ad anidrite e da anidrite a gesso e dalle successive possibili ricristallizzazioni del gesso. Ne segue che le acque che vengono in contatto con tali formazioni solfato-evaporitiche possono facilmente arricchirsi nell'elemento e riconcentrarlo nel corso dei processi mineralizzanti, responsabili ad esempio della deposizione dei travertini (BARBIERI et al., 1976 a) e delle mineralizzazioni a calcite fluorite (BARBIERI et al., 1976 b) del Lazio settentrionale.

Ringraziamenti - Gli Autori desiderano ringraziare il Prof. MARIO FORNASERI per la lettura critica del manoscritto.

Appendice

Breve descrizione dei materiali analizzati

Pomarance 1	- Gesso bianco, microcristallino, compatto
Pomarance 2	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Pomarance 3	- Gesso bianco, microcristallino, compatto
Pomarance 4	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Pomarance 5	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Radicondoli 1	- Gesso bianco, microcristallino, compatto
Radicondoli 2	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Radicondoli 3	- Gesso bianco, microcristallino, compatto
Radicondoli 4	- Gesso bianco, microcristallino, compatto
Radicondoli 5	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Chiusdino 1	- Gesso bianco, saccaroide, scarsamente compatto
Chiusdino 2	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Chiusdino 3	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Chiusdino 4	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Chiusdino 5	- Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
Civitavecchia 1	- Gesso bianco, microcristallino, compatto
Civitavecchia 2	- Gesso bianco, saccaroide, compatto

- Civitavecchia 3 - Gesso bianco, microcristallino, compatto
- Civitavecchia 4 - Gesso ialino, macrocristallino, compatto
- Civitavecchia 5 - Gesso bianco, microcristallino, compatto
- Civitavecchia 6 - Gesso ialino, megaforme
- Civitavecchia 7 - Gesso ialino, megaforme
- Civitavecchia 8 - Gesso ialino, megaforme
- Civitavecchia 9 - Gesso ialino, megaforme
- Civitavecchia 10 - Gesso ialino, megaforme
- Roccastrada 1 - Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
- Roccastrada 2 - Campione a composizione mista gesso-anidrite, bianco, microcristallino, compatto
- Roccastrada 3 - Gesso bianco, microcristallino, compatto con tracce di anidrite
- Roccastrada 4 - Campione a composizione mista anidrite-gesso, bianco, saccaroide, compatto
- Roccastrada 5 - Gesso bianco, microcristallino, compatto
- Roccastrada 6 - Gesso grigiastro, microcristallino, compatto
- Roccastrada 7 - Gesso bianco, saccaroide, scarsamente compatto
- Roccastrada 9 - Gesso bianco, microcristallino, compatto
- Roccastrada 10 - Gesso bianco, saccaroide, compatto
- Capalbio 1 - Gesso bianco, saccaroide, scarsamente compatto
- Capalbio 2 - Gesso bianco, saccaroide, scarsamente compatto
- Capalbio 3 - Gesso bianco, saccaroide, scarsamente compatto
- Capalbio 4 - Gesso bianco, saccaroide, scarsamente compatto
- Capalbio 5 - Gesso bianco, saccaroide, scarsamente compatto
- Foresta Umbra I - 1 - Spezzone di carota, m. 3323-3324,50; anidrite grigia, saccaroide, compatta
- Foresta Umbra I - 2 - Spezzone di carota, m. 4480-4481; anidrite grigia, saccaroide, compatta
- Foresta Umbra I - 3 - Spezzone di carota, m. 4831-4832; anidrite grigia, saccaroide, compatta con tracce di dolomite
- Burano I - 1 - Spezzone di carota, m. 1129,90-1135,40; anidrite grigio-scura, saccaroide, compatta con tracce di dolomite
- Burano I - 2 - Spezzone di carota, m. 1351,50-1357; anidrite grigio-scura, saccaroide, compatta
- Burano I - 3 - Spezzone di carota, m. 1820,10-1825,50; anidrite grigio-scura, saccaroide, compatta
- Burano I - 4 - Spezzone di carota, m. 1954,20-1959,70; anidrite grigio-scura, saccaroide, compatta
- Burano I - 5 - Spezzone di carota, m. 2236-2239,15; anidrite grigio-scura, saccaroide, compatta
- Burano I - 6 - Spezzone di carota, m. 2392,70-2397,70; anidrite grigio-scura, microcristallina, compatta frammista ad abbondante dolomite

- Perugia I - 1 - Spezzone di carota, m. 301-306; anidrite grigio-scura, microcristallina, compatta con tracce di dolomite
- Perugia I - 2 - Spezzone di carota, m. 530,80-534,80; anidrite grigio-scura, microcristallina, compatta con tracce di dolomite
- Perugia I - 3 - Spezzone di carota, m. 683-687; anidrite grigio-scura, microcristallina, compatta con tracce di dolomite
- Perugia II - 1 - Spezzone di carota, m. 670-672,50; anidrite grigia, saccaroide, compatta, frammista a dolomite
- Perugia II - 2 - Spezzone di carota, m. 989-991,50; anidrite grigia, saccaroide, compatta con tracce di dolomite
- Perugia II - 3 - Spezzone di carota, m. 1200-1204; anidrite grigio-chiara, saccaroide, compatta
- Fossombrone I - 1 - Spezzone di carota, m. 1837-1839; anidrite grigia, microcristallina, compatta
- Fossombrone I - 2 - Spezzone di carota, m. 2095,60-2098; anidrite grigia, microcristallina, compatta
- Fossombrone I - 3 - Spezzone di carota, m. 2277,20-2280,20; anidrite grigia, microcristallina, compatta

BIBLIOGRAFIA

- BARBIERI M., MASI U., TOLOMEO L. (1976 a) - *Origin and distribution of strontium in the travertines from Latium (Central Italy)*. In preparazione.
- BARBIERI M., MASI U., TOLOMEO L. (1976 b) - *Geochemical evidence for the origin of fluorite-calcite epithermal deposit at Monte delle Fate near Cerveteri, Latium (Central Italy)*. In preparazione.
- BORCHERT H., MUIR R. O. (1964) - *Salt deposits - Their origin, metamorphism and deformation of evaporites*. D. Van Nostrand Co., Londra, pp. 338.
- BRAITSCHE O. (1971) - *Salt deposits. Their origin and composition*. Springer-Verlag, Berlino, pp. 297.
- FAZZINI P., GELMINI R., MANTOVANI M. P., PELLEGRINI M. (1972) - *Geologia dei Monti della Tolfa (Lazio settentrionale, prov. di Roma e Viterbo)*. Mem. Soc. Geol. It., 11, 65-144.
- GIANNINI E., LAZZAROTTO A., SIGNORINI R. (1971) - *Lineamenti di stratigrafia e di tettonica*. In: *La Toscana Meridionale*. Rend. Soc. It. Mineral. Petrol., 27, 33-168.
- KUHN R. (1968) - *Geochemistry of the German potash deposits*. In: *Saline deposits*. Mattox R. B. (Editor). The Geol. Soc. of Am. Inc. Special Paper, 88, 427-504.
- MARTINIS B., PIERI M. (1964) - *Alcune notizie sulla formazione evaporitica del Triassico superiore nell'Italia centrale e meridionale*. Mem. Soc. Geol. It., 4, 649-678.
- MAZZANTI R. (1966) - *Geologia della zona di Pomarance-Larderello (prov. di Pisa)*. Mem. Soc. Geol. It., 5, 105-138.
- MURRAY R. C. (1964) - *Origin and diagenesis of gypsum and anhydrite*. In: *Marine evaporites. Origin, diagenesis and geochemistry*. Kirkland D. W. and Evans R. (Editors), Dowden, Hutchinson and Ross Inc., 251-262.
- TADDEUCCI A., BARBIERI M. (1966) - *Note sulla determinazione di Rb e Sr nelle rocce mediante spettrometria di fluorescenza a raggi X*. La Metallurgia Italiana, 58, 281-284.