

SERGIO VANNUCCI*, RICCARDO VANNUCCI**, ROBERTO FRANCHI*

L'ALUMOHYDROCALCITE DI TERLANO (BOLZANO)

RIASSUNTO. — Nella mineralizzazione a prevalenti carbonati, impostata nelle ignimbriti quarzolitiche permiane interessate da fenomeni idrotermali di bassa temperatura, nei pressi di Terlano (Bolzano), insieme ad altri rari minerali (dawsonite e nordstrandite), è stata rinvenuta, per la prima volta in Italia, l'alumohydrocalcite $\text{CaAl}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$.

L'alumohydrocalcite a Terlano si presenta, nelle cavità della roccia idrotermalizzata, come raggruppamenti di sferule fibroso-raggiate coperte da un sottile velo di calcite magnesiacca. La purezza e la relativa abbondanza del materiale a disposizione hanno consentito la registrazione, in condizioni di alta precisione, di uno spettro di polveri più dettagliato di quelli esistenti in letteratura.

Le osservazioni al microscopio elettronico a scansione, effettuate anche nell'intento di individuare singoli cristalli utili alle riprese per la determinazione della struttura cristallina, non ancora nota, hanno messo in evidenza che quelli ritenuti a piccoli ingrandimenti singoli individui, sono in realtà associazioni parallele di numerosi sottilissimi cristalli ad habitus prismatico.

L'analisi chimica ha dato la seguente composizione: $\text{CaO} = 16,6 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 28,8 \%$, $\text{CO}_2 = 26,5 \%$, $\text{H}_2\text{O} = 27,0 \%$, alla quale corrisponde una formula pressochè teorica nel minerale studiato.

La genesi, tenuto anche conto che spesso l'alumohydrocalcite «ingloba» relitti di dawsonite parzialmente riportata in soluzione dai fluidi idrotermali, viene attribuita alla reazione, in fase tardiva, fra questi ultimi e la dawsonite di prima precipitazione.

ABSTRACT. — Alumohydrocalcite, a hydrated basic carbonate of calcium and aluminium, the first finding in Italy, was investigated by chemical, scanning electron microscope and X-Ray methods.

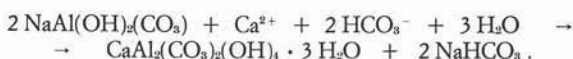
The mineral was found in paragenesis with dawsonite, quartz, calcite, aragonite, nordstrandite, dolomite and siderite in the Permian ignimbrites near Terlano (Bolzano, Italy). The mineralization is attributed to hydrothermalization of the rock at low temperature. Alumohydrocalcite was found as radiated fibrous spheres, always covered by magnesian calcite, sometimes in direct association with relict dawsonite partially dissolved by hydrothermal fluids.

X-Ray powder diffraction data are given (strongest lines: $d = 6,22_{100}$, $6,53_{78}$, $3,239_{98}$).

The chemical analysis of the alumohydrocalcite show a composition: $\text{CaO} = 16,6 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 28,8 \%$, $\text{CO}_2 = 26,5 \%$ and $\text{H}_2\text{O} = 27,0 \%$. On this basis the formula: $(\text{CaO})_{0.98}(\text{Al}_2\text{O}_3)_{1.03}(\text{CO}_2)_{2.00}(\text{H}_2\text{O})_{4.00}$ is given.

By the scanning electron microscope crystals of alumohydrocalcite were observed.

The formation of the mineral is attributed to reaction of solutions containing calcium and bicarbonate ions with the pre-existing dawsonite:



* C.N.R. Centro di Studio per la Mineralogia e la Geochimica dei Sedimenti, presso Istituto di Mineralogia, Petrografia e Geochimica dell'Università di Firenze. ** Istituto di Geologia dell'Università di Urbino.

Introduzione

L'alumohydrocalcite, $\text{CaAl}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$, è un carbonato basico idrato di calcio e di alluminio di notevole rarità essendone noti nel mondo solo pochi ritrovamenti; il presente risulta il primo effettuato in Italia.

La prima segnalazione è stata data da BILIBIN nel 1926 (v. anche PALACHE et al., 1960), che trovò l'alumohydrocalcite nel distretto di Khakassy (Siberia), ritenendola monoclinica e di genesi per alterazione dell'allofane ad opera di acque carbonatiche.

A questo seguirono altri ritrovamenti: HOEHNE (1963) a Nova Ruda (Bassa Slesia) rinvenne un'alumohydrocalcite cromifera; sempre a Nova Ruda MORAWIECKI (1962) trovò un'alumohydrocalcite ritenuta a simmetria ortorombica e indicata come β -alumohydrocalcite per distinguerla da quella siberiana. Ulteriori dati relativi all'alumohydrocalcite di Nova Ruda, ricavati da PETROW, sono stati pubblicati da ZWETKOW et al. (1974). LASARENKO et al. (1964) hanno studiato l'alumohydrocalcite raccolta nella Trans-Carpazia assegnandola al tetragonale. Ancora in ZWETKOW et al. (1964) vengono riportate notizie relative a un'alumohydrocalcite trovata nel Tian-Schan (U.S.S.R.) da KOTSCHENEV: i dati ottici indicherebbero una simmetria monoclinica, mentre le indagini al SEM suggerirebbero l'appartenenza al sistema triclino.

Più recentemente, e con maggior dovizia di dati chimici, diffrattometrici, termodifferenziali, ottici e relativi allo spettro I.R., l'alumohydrocalcite è stata segnalata, in associazione con allofane, gibbsite e goethite, da KAUTZ (1968, 1969) a Bergisch-Gladbach (Germania) in dolomie devoniane come prodotto d'alterazione dell'allofane ad opera di fluidi idrotermali di bassa temperatura. Anche in questo caso rimane incerta l'attribuzione del minerale ad una simmetria monoclinica o triclina.

Sulla base delle analisi all'I.R. KAUTZ evidenzia la presenza di gruppi OH^- e H_2O nell'alumohydrocalcite e ritiene più probabile la presenza di gruppi CO_3^{2-} in luogo dei gruppi HCO_3^- , proponendo pertanto la formula $\text{CaAl}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$.

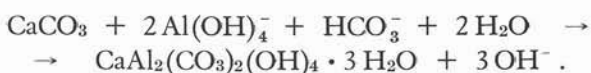
AIKAWA et al. (1972) segnalano il ritrovamento, presso Ohki (Osaka, Giappone), di alumohydrocalcite in sedimenti marini cretaci in associazione con dawsonite, calcite, quarzo, gibbsite, aragonite, dolomite e allofane. La genesi sarebbe in questo caso nettamente diversa: l'alumohydrocalcite si sarebbe formata per reazione fra la dawsonite di prima precipitazione e i fluidi idrotermali ricchi in ioni Ca^{2+} .

Aggregati sferulitici, a struttura fibrosa raggiata, di alumohydrocalcite formatasi per azione di acque carbonatiche sull'allofane, sono segnalati a Visé (Belgio) da FRANSOLET & MELON (1975).

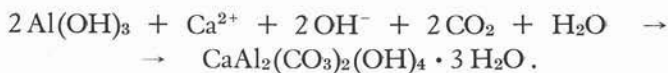
A PAAR (1977) si deve la descrizione dell'alumohydrocalcite di Chitral (Pakistan), rinvenuta in associazione con aragonite, quarzo e dickite, formatasi per azione di soluzioni idrotermali ricche in CO_2 , a temperature inferiori a 140°C , sulla dickite. I dati sperimentali evidenziano l'identità delle varie caratteristiche con quelle dell'alumohydrocalcite descritta da KAUTZ (1968, 1969). Nello stesso

lavoro l'Autore riprende in esame l'alumohydrocalcite di Nova Ruda e nega l'ipotesi di una β -alumohydrocalcite ortorombica, concludendo, in accordo con KAUTZ, per l'appartenenza al sistema triclino.

L'ultima segnalazione proviene da Glen Alice (Bacino di Sydney, Australia) dove è stata trovata (GOLDBERY & LOUGHNAN, 1977) in sedimenti marini permiani associata a dawsonite, nordstrandite, gorceixite e calcite. Secondo gli Autori la genesi del minerale è riconducibile a due distinti processi; il primo per azione di soluzioni contenenti ioni $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ e HCO_3^- sulla calcite presente nei sedimenti:



In fase successiva l'alumohydrocalcite potrebbe formarsi dalla nordstrandite per azione delle soluzioni ricche in CO_2 e in ioni Ca^{2+} , secondo la reazione:



Caratteri giaciturali

Come descritto in precedenti lavori (VANNUCCI S., 1975; CORAZZA E. et al., 1977), la mineralizzazione di Terlano, comprendente essenzialmente fasi carbo-

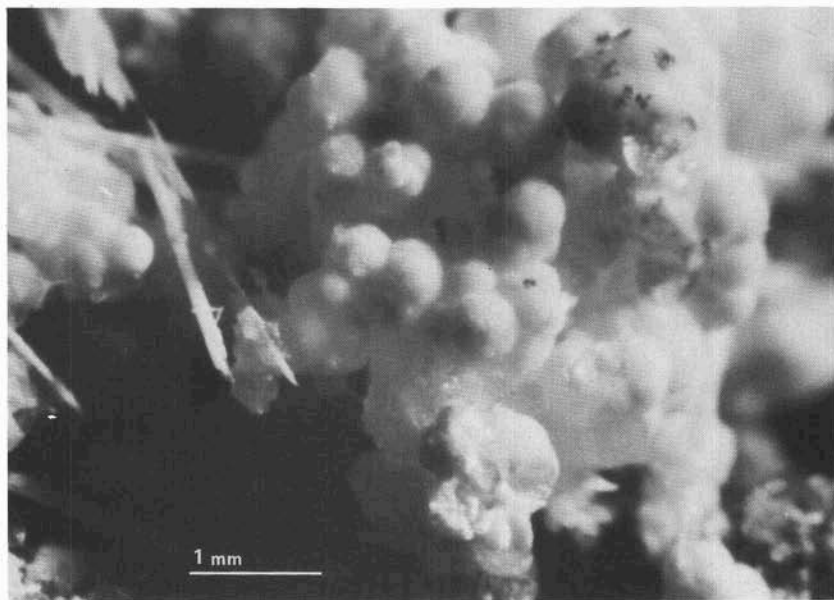


Fig. 1. — Fitto raggruppamento di sferule di alumohydrocalcite coperte da un velo di calcite magnesiacca, ma con evidente struttura interna fibroso-raggiata. La genesi secondaria dell'alumohydrocalcite, rispetto a quella della dawsonite, è dimostrata dal fatto che relitti di quest'ultima sono inglobati dalle sferule di alumohydrocalcite.

TABELLA 1
Spettri di polveri dell'alumohydrocalcite

TERLANO		GLEN ALICE		OHKI		BERGISCHE-GLADBACH		LASARENKO	
d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (kX)	I/I ₀
7,25	39	7,20	50	7,155	25	7,21	30		
6,86	12							6,9	4
6,53	78	6,50	70	6,477	65	6,50	70		
6,36	41							6,3	10br
6,22	100	6,24	100	6,223	100	6,25	100		
5,65	15	5,66	10	5,625	10	5,64	5	5,63	3
5,36	7								
5,19	10								
5,15	17	5,13	10	5,151	10	5,13	5	5,13	2
5,11	7								
4,81	15			4,854	15G				
4,77	10			4,777	3				
4,65	5								
4,53	9			4,512	5				
4,36	10							4,41	2br
4,34	10	4,34	5	4,333	10G	4,35	5		
4,27	6			4,271	3Q				
4,10	8			4,099	3				
4,01	21	4,00	10	4,004	10	4,00	20		
3,986	16							3,983	5
3,943	8								
		3,84	2	3,821	2				
3,649	8								
3,607	14	3,60	5	3,616	10	3,60	5		
3,580	17			3,579	10	3,56	5	3,566	5
3,449	9								
3,330	14			3,348	15Q	3,32	5		
				3,314	5				
3,239	68	3,24	5	3,236	45	3,23	60	3,225	8
3,123	5			3,164	3	3,15	5		
3,101	10			3,104	5	3,107	5	3,108	1
				3,001	5	3,005	5	2,984	4
				2,968	5	2,960	5		
2,882	10			2,890	5	2,891	5		
2,859	31	2,865	30	2,859	20	2,860	30		
2,829	25	2,825	10	2,813	10	2,820	10	2,827	6
2,795	6			2,786	5				
2,711	12	2,710	5	2,715	10	2,720	5		
2,696	17			2,695	10	2,691	5		
2,683	10							2,666	4
2,646	10			2,641	10	2,649	5		
2,633	8					2,642	5		
2,584	10					2,578	5		
2,571	12			2,571	10	2,574	5		

natiche, si è formata in seguito a un evento idrotermale sulle ignimbriti quarzo-latitiche permiane.

L'alumohydrocalcite si rinviene, come estrema rarità, nelle piccole cavità della roccia idrotermalizzata; è da notare che essa non si presenta mai in diretta associazione con le altre fasi mineralogiche (dawsonite, nordstrandite, quarzo, aragonite, dolomite, calcite magnesiacca e calcite), eccettuati sporadici « relitti » di dawsonite parzialmente risolubilizzati dalle soluzioni idrotermali e talora inglobati dagli aggregati di alumohydrocalcite (fig. 1).

L'alumohydrocalcite costituisce dei fitti raggruppamenti di sferule bianchissime, con dimensioni mediamente attorno a 0,5-0,7 mm, la cui superficie esterna

segue Tabella 1

TERLANO		GLEN ALICE		OHKI		BERGISCH-GLADBACH		LASARENKO	
d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (Å)	I/I ₀	d (kX)	I/I ₀
2,538	14			2,540	5	2,547	10	2,541	6br
2,519	19			2,517	10	2,519	40		
2,481	21	2,498	2	2,494	5	2,495	5		
				2,456	5	2,459	5		
2,427	10			2,425	5	2,423	20	2,415	3
				2,386	2				
2,335	8			2,337	5	2,327	10	2,320	2
2,298	11			2,293	5	2,293	5		
2,277	23	2,282	5	2,265	2	2,268	5		
2,199	12	2,190	25	2,195	5	2,199	30	2,206	4br
2,176	10			2,171	5	2,171	10		
2,164	9								
2,148	8			2,145	5				
2,110	12			2,101	10	2,103	5		
2,093	16	2,090	5			2,097	5	2,097	4
2,068	10					2,080	5		
2,041	39	2,043	30	2,040	25	2,039	50	2,041	6
2,015	14								
2,009	17			2,006B	20			2,002	3
1,989	12								
1,885	16								
1,875	16			1,872B	10				
1,784	10	1,780	15	1,783	5	1,782	5		
1,765	12			1,765	5	1,763	5		
1,740	12			1,746	5	1,747	5		
		1,736	5	1,737	5	1,733	5		
1,671	9			1,675	3	1,679	5		
				1,669	3	1,673	5		
						1,660	5		
1,656	12			1,657	10	1,654	5		
1,636	12					1,638	5		
1,631	15	1,631	5	1,631	10	1,632	5		
1,625	12					1,619	5		
1,593	11	1,604	3						
1,512	9	1,528	2						
1,499	7								
1,475	5								
1,445	5								
1,436	7								
1,428	9								
1,413	9					1,416	30		
1,408	9					1,396	5		
1,391	7					1,391	5		
						1,369	5		
1,292	8								
1,286	8								
1,266	5								

appare compatta in quanto ricoperta da un sottile involucro incrostante di calcite fortemente magnesiacca (fig. 1). Questa calcite magnesiacca ($\text{MgCO}_3 = 8,25\%$), che altrove forma aggregati sferoidali molto simili a quelli dell'alumohydrocalcite (VANNUCCI S., 1975), ricopre anche i « relitti » di dawsonite, dimostrandosi uno degli ultimi precipitati dalle soluzioni idrotermali.

Per una più dettagliata descrizione della paragenesi e delle caratteristiche delle singole fasi mineralogiche riscontrate, si rimanda alle precedenti note (VANNUCCI S., 1975; CORAZZA E. et al., 1977).

Caratteri mineralogici e chimici

Indagini diffrattometriche

La registrazione dello spettro di polveri è stata effettuata mediante apparecchiatura GE-XRD 5, in condizioni di alta precisione, e in particolare usando la radiazione $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,5405 \text{ \AA}$), fenditure ad alta risoluzione e bassissima velocità del goniometro.

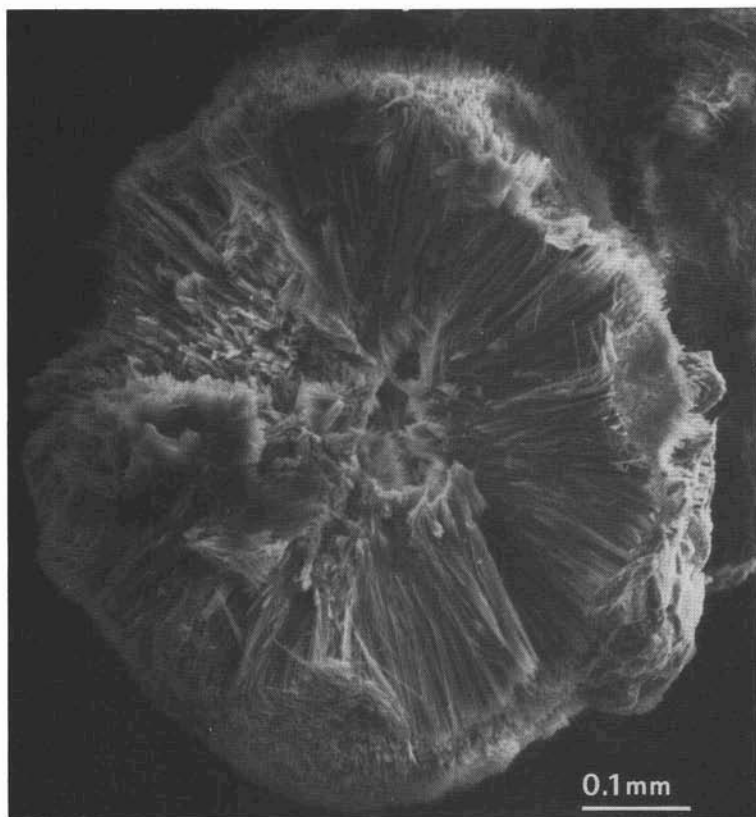


Fig. 2. — Struttura delle sferule di alumohydrocalcite liberate dal velo di calcite magnesiacca incrostante, del quale è visibile un frammento nella parte SE della sferula (S.E.M.).

Per la correzione dei valori angolari si sono impiegati come standard interni NaF e Si metallico.

È stato così possibile registrare 91 riflessi (tabella 1), pur trascurando quelli, peraltro in numero assai limitato, meno netti e di bassissima intensità rilevabili ai valori angolari più alti.

Per il calcolo delle intensità è stata eseguita una ripresa diffrattometrica su un preparato « non orientato », realizzato mediante un opportuno portacampione, in modo da ridurre al massimo gli effetti di isorientazione.

Nella tabella 1 lo spettro ottenuto viene messo a confronto con quelli determinati dagli altri Autori. Si può notare l'ottima concordanza con quelli relativi all'alumohydrocalcite di Ohki e di Bergisch-Gladbach per quanto riguarda i valori delle distanze interplanari e, in generale, le intensità dei riflessi.

Osservazioni al S.E.M.

Le indagini al S.E.M. sono state condotte su alcune sferule di alumohydrocalcite precedentemente spaccate per consentire l'osservazione della struttura in-

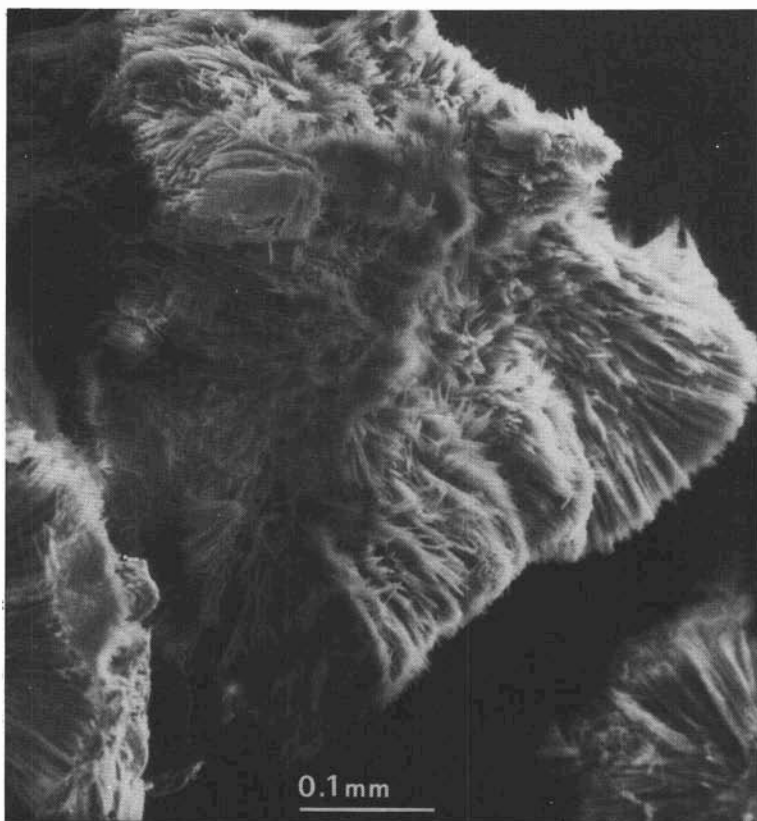


Fig. 3. — Struttura di un'altra sferula, di forma meno regolare. Si noti l'estrema finezza di quelli che sembrano, a questa scala, singoli individui cristallini (S.E.M.).

terna. È da notare che durante la preparazione dei campioni si è verificato il distacco pressochè completo dell'involucro esterno di calcite magnesiacca, mettendo in evidenza le superfici esterne degli aggregati irte di terminazioni cristalline (fig. 2).

Gli aggregati sono apparsi costituiti da lunghe « fibre » cristalline, a disposizione raggiata (figg. 2 e 3), dotate di notevole « plasticità » che conferisce agli aggregati un aspetto « piumoso » di notevole effetto estetico.

Le osservazioni condotte a più elevati ingrandimenti, tendenti anche a individuare singoli individui cristallini da poter utilizzare per riprese a cristallo singolo per la determinazione della struttura del minerale, hanno evidenziato che ciascuna «fibra» cristallina è costituita dall'associazione parallela di sottilissimi cristalli, in numero variabile da alcuni a oltre una quindicina (fig. 4).

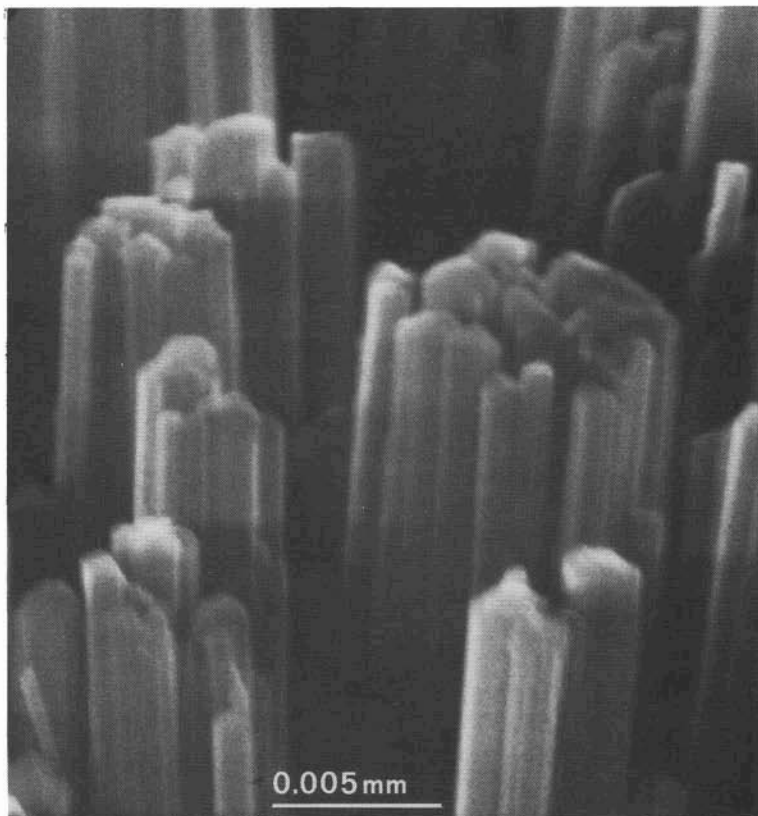


Fig. 4. — Aggregati paralleli di cristalli di alumohydrocalcite simulanti individui singoli (S.E.M.).

La dimensione maggiore perpendicolare all'allungamento dei cristalli è risultata costantemente non superiore a $2,5 \mu$ (figg. 4 e 5) e pertanto si è constatata l'impossibilità di riprese per la determinazione della struttura cristallina.

Molti individui appaiono terminati da nette facce cristalline e caratterizzati da strie di accrescimento parallele all'allungamento (fig. 5).

Composizione chimica

Data la quantità e la purezza del materiale a disposizione si è potuto procedere all'analisi chimica del minerale.

Questo è stato portato in soluzione mediante HCl 0,1 N (AIKAWA et al., 1977)

procedendo quindi sulla soluzione alla determinazione di Ca e Al, rispettivamente per spettrofotometria in assorbimento atomico e colorimetria con Eriocromocianina R (BASSO e MAZZUCOTELLI, 1975).

CO₂ e H₂O sono state determinate calcolando dapprima la perdita in peso a 1000° C e quindi dosando la CO₂ mediante titolazione acido-base; la percentuale di H₂O è stata quindi ricavata per differenza fra i due valori trovati.

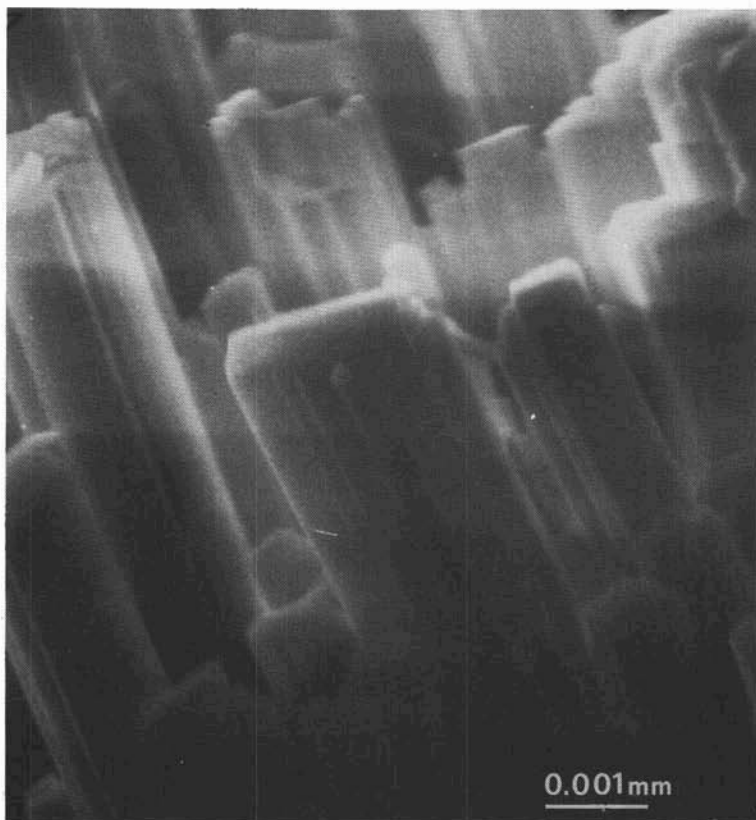


Fig. 5. — Cristalli di aluminohydrocalcite frequentemente terminati da nette facce cristalline; la dimensione perpendicolare all'allungamento non supera mai i 2,5 μ (S.E.M.).

I valori ottenuti sono riportati nella tabella 2, nella quale, per confronto, vengono indicati i dati chimici relativi all'aluminohydrocalcite dei precedenti ritrovamenti.

La composizione chimica dell'aluminohydrocalcite di Terzano risulta molto vicina a quella teorica, a conferma della sua notevole purezza evidenziata anche dalle riprese diffrattometriche; rivela inoltre notevoli analogie con quella di Ohki, riportata da AIKAWA et al. (1977) per la quale viene data la composizione, assumendo CO₂ = 2,00:

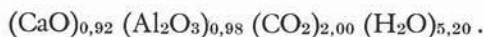


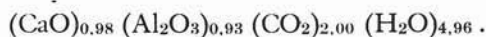
TABELLA 2
Composizione chimica dell'alumohydrocalcite

	a	b	c	d	e	f
CaO	17,8	15,5	15,1	13,9	16,6	16,7
Al ₂ O ₃	31,3	28,6	29,5	29,5	28,8	30,4
CO ₂	24,2	25,2	25,9	22,1	26,5	26,1
H ₂ O	26,7	26,4	27,6	30,7	27,0	26,8
Tot.	100,0	95,7	98,1	92,2	98,9	100,0

a = Bergisch-Gladbach (Germania), KAUTZ (1968). *b* = Khakassy District (Siberia), BILIBIN (1926), riportato da PALACHE et al. (1960). *c* = Ohki (Giappone), AIKAWA et al. (1972). *d* = Glen Alice (Australia), GOLDBERY e LOUGHNAN (1977). *e* = Terzano (Italia). *f* = $\text{CaAl}_2(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$, teorica.

Nell'alumohydrocalcite di Terzano è solo da rilevare, rispetto alla composizione teorica, una leggera deficienza in Al₂O₃ e in H₂O, e rispetto a questi un leggero eccesso di CaO e CO₂; ciò è da imputarsi al non completo allontanamento del sottile velo incrostante di calcite.

La composizione risultante, ponendo CO₂ = 2,00, è la seguente:



Considerazioni genetiche

L'associazione mineralogica riscontrata a Terzano (dawsonite, alumohydrocalcite, quarzo, aragonite, nordstrandite, dolomite, siderite, calcite magnesiaca e calcite) indica chiaramente una mineralizzazione dovuta a processi idrotermali di bassa temperatura sulle ignimbriti quarzo-latitiche permiane.

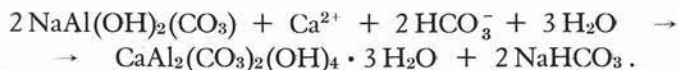
Le condizioni di precipitazione delle varie fasi, caratterizzate da alte pressioni di CO₂ e elevate condizioni di pH, sono ampiamente descritte in CORAZZA E. et al. (1977).

Per quanto concerne in particolare l'alumohydrocalcite non è proponibile una sua genesi per alterazione idrotermale di allofane, come proposto per alcuni dei precedenti ritrovamenti, data l'assenza di tale « minerale » nell'associazione studiata. Non vi sono inoltre indizi che possano indicare una derivazione dalla nordstrandite. Sono invece da sottolineare due circostanze assai indicative: in primo luogo le notevoli analogie tra la paragenesi di Terzano e quelle riscontrate a Ohki e Glen Alice, per le quali l'alumohydrocalcite è fatta derivare dall'alterazione, da parte di fluidi idrotermali, rispettivamente di dawsonite e di calcite oppure nordstrandite.

In secondo luogo a Terzano l'alumohydrocalcite è costantemente associata

a « relitti » di dawsonite, corrosi per fenomeni di risolubilizzazione, ed entrambi i minerali sono coperti da un velo di calcite magnesiaca secondaria.

Queste considerazioni fanno ritenere di poter concludere per una genesi dell'alumohydrocalcite di Terzano per azione delle soluzioni idrotermali ricche in ioni Ca^{2+} e HCO_3^- sulla dawsonite, secondo la reazione:



BIBLIOGRAFIA

- AIKAWA N., YOSHIDA M., ICHIKAWA K. (1972) - *Discovery of Dawsonite and Alumohydrocalcite from the Cretaceous Izumi Group in Osaka Prefecture, Southwest Japan*. J. Japan Assoc. Min. Petr. Econ. Geol., 67, 370-385.
- BILIBIN G. A. (1926) - *Alumohydrokalzit*. Nowyi Miner. Sapiski Rossijskogo Mineralogitscheskogo Obschtschestwa, 4, 243-258.
- CORAZZA E., SABELLI C., VANNUCCI S. (1977) - *Dawsonite: new mineralogical data and structure refinement*. N. Jb. Miner. Mh., 9, 381-397.
- FRANSOLET A. M., MELON J. (1975) - *Données nouvelles sur des minéraux de Belgique*. Bull. Soc. Royale Sc. Liège, 44, 157-160.
- GOLDBERY R., LOUGHNAN F. C. (1977) - *Dawsonite, alumohydrocalcite, nordstrandite and gorgeixite in Permian marine strata of the Sydney Basin, Australia*. Sedimentology, 24, 565-579.
- HOEHNE K. (1953) - *Ein neues Vorkommen von chromhaltigem Alumohydrocalcit im Niederschlesischen Bergbau-Gebiet*. N. Jb. Miner. Mh., 45-50.
- KAUTZ K. (1968) - *Ein Vorkommen von Alumohydrocalcit und Allophan bei Bergisch-Gladbach*. N. Jb. Miner. Mh., 350-358.
- KAUTZ K. (1969) - *Elektronenbeugung und Infrarot-Untersuchungen an Alumohydrocalcit*. N. Jb. Miner. Mh., 130-137.
- LASARENKO E. K., LASARENKO E. A., BARYSCHNIKOWA E. K., MALYGINA O. A. (1963) - *Mineralogija Sakarpatija*. Isd. Lwowskogo Uniwersiteta.
- MORAWIECKI A. (1962) - *β -Alumohydrocalcyt z Nowej Rudy*. Kwartalnik geologiczny, Warszawa, 2, 539-570.
- PAAR W. (1977) - *Ein Vorkommen Alumohydrocalcit von Chitral, Westpakistan, und neue Beobachtungen an chromhaltigem Alumohydrocalcit von Nowej Rudy, Polen (= Neurode, Schlesien)*. Aufschluss, 28, 269-272.
- PALACHE C., BERMAN H., FRONDEL C. (1960) - *The System of mineralogy of Dana*. VII Ed., J. Wiley & Sons, New York.
- SREBRODOL'SKI B. I. (1976) - *Alumohydrocalcites*. Izvest. Akad. Nauk., SSSR, Ser. Geol., 10, 88-96.
- VANNUCCI S. (1975) - *Su un nuovo ritrovamento di nordstrandite a Terzano (Bolzano)*. Per. Min., 44, I, 55-67.
- ZWETKOW A. I., WALASCHICHINA E. P., PILOJAN G. P. (1964) - *Differenzialnyj termitscheskij analiz karbonatnych mineralow*. Akad. Nauk. SSSR, Isd., « Nauka », Moskwa.