*Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, Serie A, **96** (1989)
*pagg. 313-325, figg. 10*

P. ORLANDI (*), L. DEL CHIARO (**)

# NUOVI DATI SUI MINERALI DELLE GEODI DEL MARMO DI CARRARA

**Riassunto** — All'interno delle geodi del marmo di Carrara sono state identificate altre quindici specie mineralogiche finora non segnalate in questa giacitura. Esse sono: kesterite, calcopirite, marcasite, vaesite, smithite, magnetite, uraninite, cuprite, smithsonite, connellite, adamite, clorite, halloysite, sericite e torogummite.

È stata rettificata in nordstrandite l'identificazione di campioni in precedenza descritti come gibbsite. Vengono riportati nuovi dati sulla colusite.

**Abstract** — *New data on minerals of Carrara marble geodes.* The occurrence of kesterite, chalcopyrite, marcasite, vaesite, smithite, magnetite, uraninite, cuprite, smithsonite, connellite, adamite, chlorite, halloysite, sericite and thorogummite, within the geodes of Carrara marble is reported. Large, platy crystals of halloysite and acicular cristals of sericite are described. New morphological and chemical data on colusite are also reported.

**Key words** — kesterite, smithite, connellite, large platy crystals of halloysite, acicular crystals of sericite, Carrara marble, Italy.

Sono appena passati due anni dall'ultima nota sull'argomento (FRANZINI *et al.*, 1987) che già si rende necessario un aggiornamento sui minerali delle geodi del marmo di Carrara; in questo periodo sono stati infatti raccolti numerosi dati nuovi relativi sia a specie già note sia a specie non segnalate prima in questa giacitura e in questa località. Questa abbondanza di nuovi dati è soprattutto conseguente all'attività di uno degli scriventi (Del Chiaro) che, attraverso una attenta e capillare ricerca sul terreno, ha collezionato un gran numero di nuovi campioni interessanti. D'altra parte l'intensa attività di scavo del marmo, realizzata in un grande numero di cave

(*) Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pisa, Via S. Maria, 53 - 56100 Pisa.

(**) Via Virgilio, 80 - 55049 Viareggio (Lu).

diverse, fa ritenere più che probabile che in un futuro non troppo remoto la lista dei minerali di questa località debba essere ulteriormente aggiornata.

## Nuove segnalazioni

### *Calcopirite*

È stata rinvenuta nelle cave di Val Bona, associata ad enargite, colusite e sulvanite; si presenta in tipici cristalli bisfenoidali, di colore giallo-ottone, spesso ricoperti da una patina iridescente di alterazione superficiale. È stata inoltre identificata in campioni provenienti dalla cava di Crestola, dove è associata a pirite, magnetite e clorite. Nei campioni provenienti dalla cava di Val Bona risulta anche associata a torogummite (Fig. 1). (N. d'inventario dei campioni: 4920-4921).

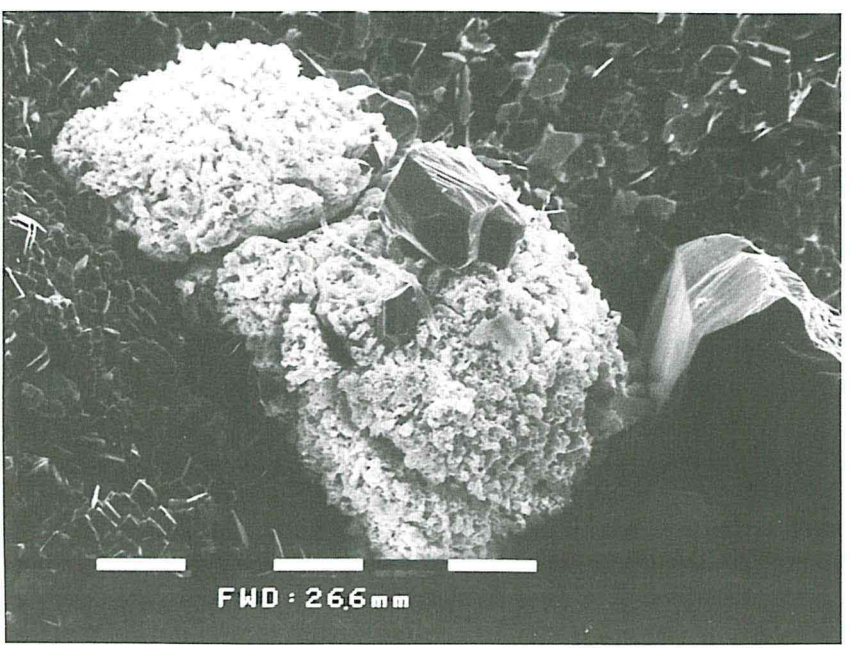


Fig. 1 - Cristalli di calcopirite di 0,2 millimetri di diametro su aggregato microcristallino di torogummite. Cave di Val Bona.

*Marcasite*

I campioni di marcasite provengono dalle cave di Gioia. Il minerale si presenta in minutissimi cristalli prismatico-bipiramidali, talora con terminazione a guglia (Fig. 2); mostra per lo più il colore tipico della specie, ma a volte appare di colore bronzeo per una leggera alterazione superficiale. Minerali associati sono la fluorapatite, la pirite, il rutilo, l'uraninite e la fluorite. (N. d'inventario dei campioni: 4922-4923).

*Kesterite*

Questo raro solfosale di stagno appartenente al gruppo della luzonite e della stannite è stato identificato in un unico campione proveniente dal piazzale delle cave di Fantiscritti. Si presenta in aggregati mammellonari bronzei, a lucentezza metallica, di dimensioni millimetriche (Fig. 3); minerali associati sono l'albite, sulla quale i cristalli di kesterite sono impiantati, il quarzo e la pirite. Un'analisi chimica qualitativa EDS ha messo in evidenza la presenza di Cu, Zn, Sn e S; un diffrattogramma di polveri a raggi-X con camera Gandolfi ha consentito di registrare una serie di effetti di diffrazione che sono risultati in perfetto accordo con quelli riportati sul cartellino JCPDS n 26-575 per la kesterite. (N. d'inventario del campione: 4924).

*Vaesite*

Di questo minerale è stato rinvenuto un unico cristallo di circa 0,5 mm di diametro; esso presenta un abito approssimativamente ottaedrico, ha colore nerastro e lucentezza metallica. È stato identificato sia mediante analisi chimica qualitativa EDS che tramite diffrattogramma di polveri a raggi-X. Il campione di vaesite sottoposto agli esami identificativi è stato raccolto dal collezionista Franco Granai nella cava della Facciata. (N. d'inventario del campione: 4925).

*Smithite*

Di questa specie sono stati rinvenuti pochissimi esemplari provenienti dalle cave di Val Bona. Il minerale si presenta sotto forma di sottilissime lamelle esagonali, a lucentezza metallica, di colore variabile dal bronzeo al giallo-ottone; a volte i cristalli appaiono leggermente rugginosi per alterazione superficiale. Le lamelle, che raggiungono 1 millimetro di diametro, ma sono molto appiattite (20 μm

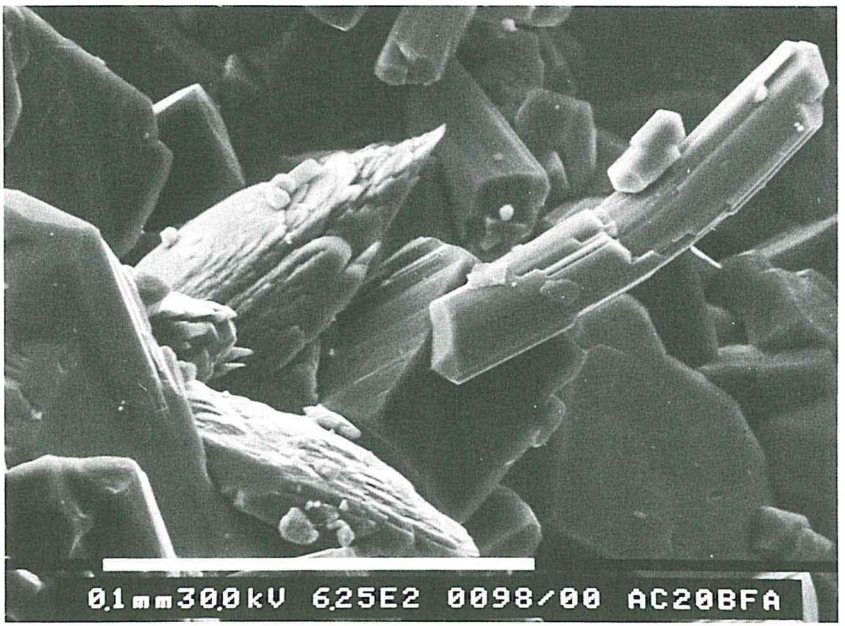


Fig. 2 - Cristalli bipiramidali di marcasite, con terminazione a guglia, associati a rutilo (cristallo curvo), fluorapatite, dolomite e uraninite (masserelle globulari). Cave di Gioia.

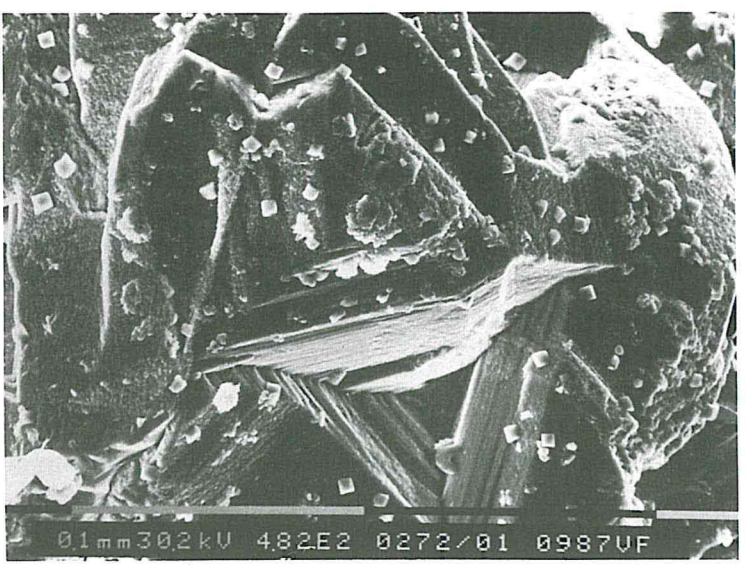


Fig. 3 - Particolare di un aggregato di cristalli di kesterite punteggiati da piccoli individui romboedrici di dolomite. Cave di Fantiscritti.

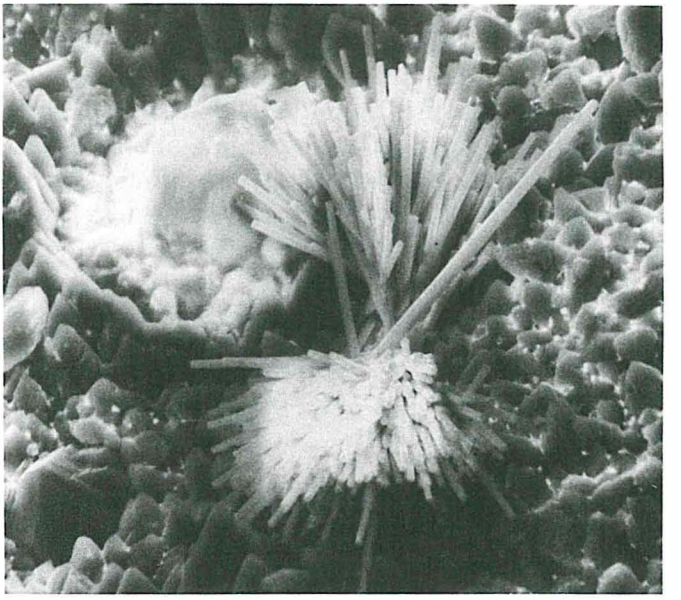

Fig. 4 - Covone di cristalli aciculari millimetrici di connellite. Cave di Gioia.

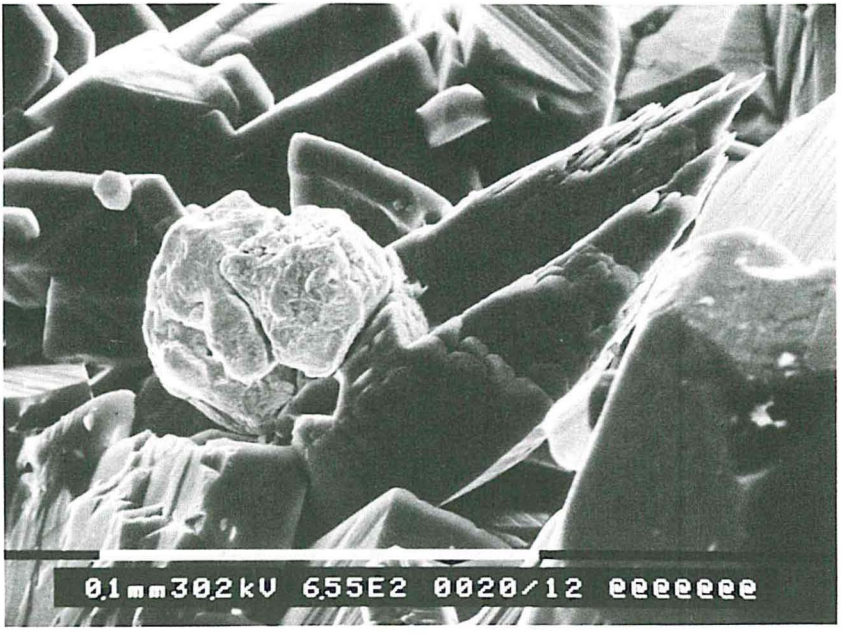


Fig. 5 - Grano rotondeggiante di uraninite, adagiato su di un cristallo di marcasite. Cave di Gioia.

di spessore), appaiono debolmente impiantate sulla calcite; questa caratteristica ci induce a ritenere che si siano depositate all'interno delle geodi in una fase molto tardiva, a cristallizzazione quasi ultimata della calcite. L'identificazione della smithite è basata sui dati di analisi chimica qualitativa EDS e su di una analisi diffrattometrica a raggi-X con camera Gandolfi. L'analisi chimica ha rivelato la presenza soltanto di Fe e S. Le distanze interplanari ricavate da diffrattogramma di polveri sono le seguenti: 2.996 Å, 2.746 Å, 2.562 Å, 2.456 Å, 2.275 Å, 2.170 Å, 1.982 Å, 1.896 Å, 1.683 Å, 1.428 Å. Esse sono in perfetto accordo con quelle riportate da GRAESER (1977) per le smithiti di Legenbach e Trinbach. (N. d'inventario del campione: 4926).

*Connellite*

Questa specie mineralogica è stata identificata su campioni provenienti dalle cave di Gioia; si presenta sotto forma di esilissimi cristalli aciculari (Fig.4) di colore celeste, che spesso danno luogo ad aggregati a covone o ad aggregati emisferici. È associata a malachite, azzurrite e calcofillite. (N. d'inventario del campione: 4927).

*Adamite*

Di questa specie è stato rinvenuto un unico, esile cristallo, trasparente ed incolore, adagiato su di un cristallo alterato di luzonite. Il campione è stato raccolto sul piazzale della Cava del Calagio.

*Smithsonite*

La smithsonite è stata identificata su un campione proveniente dal piazzale di Fantiscritti. Il minerale si presenta in microscopici cristalli romboedrici e in aggregati globulari di colore verde chiaro adagiati su di un cristallo di blenda alterato.

*Cuprite*

La cuprite è stata riconosciuta in un unico campione proveniente dal piazzale di smistamento di Fantiscritti. I minutissimi ottaedri color rosso rubino sono impiantati su di una piccola crosta di limonite, all'interno di una cavità tappezzata da cristalli di pirite.

*Uraninite*

A questa specie sono stati attribuiti minutissimi cristalli neri, di diametro massimo inferiore a 0,05 mm, caratterizzati da lucentezza quasi metallica, privi di una morfologia definita bensì costituenti piccole concrezioni subsferiche (Fig. 5). In questi aggregati si osservano, appena accennate, piccole faccette triangolari di ottaedro. L'uraninite è stata identificata sia tramite analisi chimica qualitativa EDS sia mediante diffrattogramma di polveri a raggi-X con camera Gandolfi: l'analisi EDS ha messo in evidenza soltanto la presenza di uranio, mentre il diffrattogramma di polveri a raggi-X, a causa dell'estrema piccolezza dei frammenti utilizzati, ha evidenziato solo tre debolissimi effetti di diffrazione (2.71 Å, 1.636 Å, 1.042 Å) che corrispondono ad alcuni dei picchi più intensi dell'uraninite. I minerali associati all'uraninite sono la fluorapatite, il rutilo, la marcasite, la pirite e la fluorite violetta; quest'ultimo minerale assume colorazioni particolarmente intense proprio in prossimità di granuli del minerale radioattivo. I campioni provengono dalle cave di Gioia (N. d'inventario dei campioni: 4922, 4923, 4928).

*Torogummite*

Questa specie mineralogica è stata rinvenuta in un unico frammento di marmo proveniente dalle cave di Val Bona. La torogummite si presenta come un globuletto millimetrico, fratturato a guisa di crosta di pane, caratteristica che fa pensare che esso si sia originato per alterazione, con aumento di volume, di un'altra specie mineralogica preesistente (Fig.1); ha colore bianco-verdognolo ed appare molto friabile. Nella figura 1 è visibile l'aggregato microcristallino di torogummite su cui sono adagiati due piccoli cristalli di calcopirite.
L'identificazione della torogummite è basata sia su di un'analisi chimica qualitativa EDS che su di un diffrattogramma a raggi-X con camera Gandolfi. L'analisi chimica ha messo in evidenza la presenza del torio (~ 55% di $ThO_2$ in peso), quella dell'uranio (~ 40% di $UO_2$ in peso) e quella, molto subordinata, del silicio (~ 5% di $SiO_2$ in peso). Si tratta perciò di un termine intermedio tra la torogummite e la coffinite, con basso contenuto in silicio e, di conseguenza, alto tenore in acqua. Le distanze interplanari ricavate dal diffrattogramma di polveri a raggi-X (4.72 Å, 3.54 Å, 2.835 Å, 2.667 Å, 2.512 Å, 2.217 Å, 2.011 Å, 1.880 Å, 1.829 Å) sono in ottimo accordo con quelle

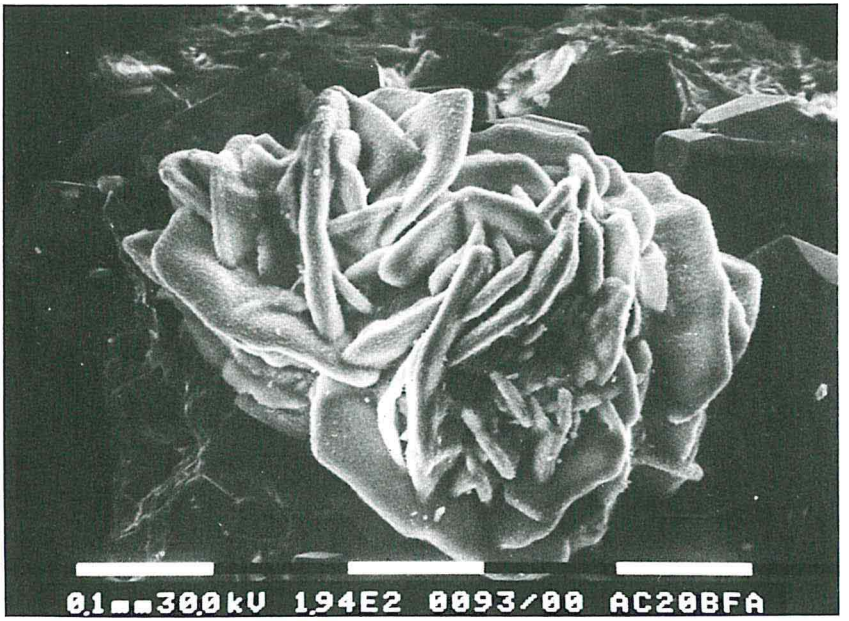


Fig. 6 - Rosette di cristalli tabulari di halloysite. Cava La Facciata.

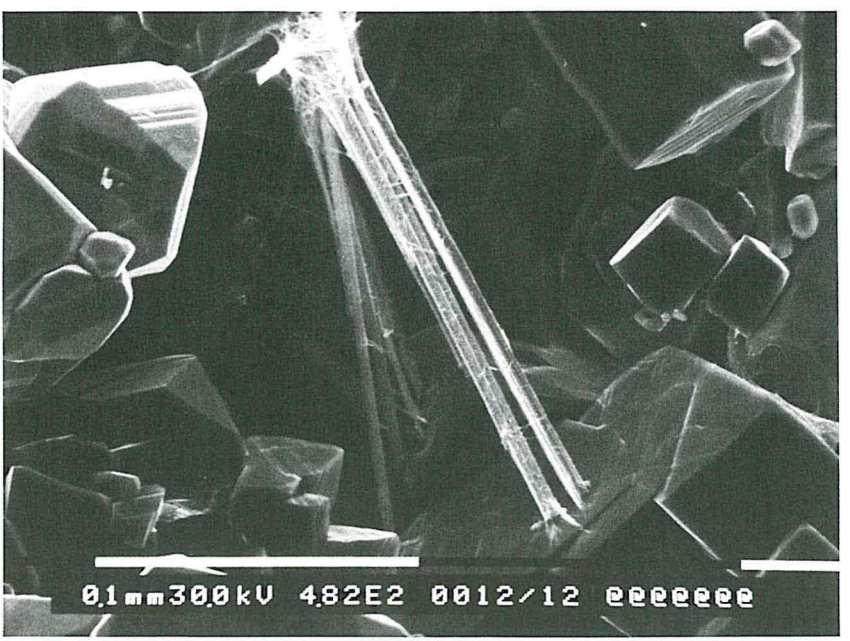


Fig. 7 - Cristalli tabulari allungati di sericite costituiti dall'aggregazione di numerosissimi individui aciculari. Cave di Gioia.

della torogummite uranifera riportate sul cartellino JCPDS n 8-440. (N. d'inventario del campione: 4921).

*Clorite-Magnetite*

Descriviamo qui insieme queste due specie, in quanto si rinvengono sempre tra loro associate. Esse sono state osservate in cavità all'interno di un marmo giallastro conosciuto commercialmente con il nome «calacata», che viene estratto nella zona delle cave di Crestola Bassa e di Pulcinacchia.

Questo marmo presenta talvolta delle venature verdi ed è proprio in corrispondenza di piccole cavità che si aprono all'interno di queste vene, che si possono rinvenire sia la magnetite, in lucidi cristalli ottaedrici di dimensioni millimetriche, che la clorite, nei tipici cristalli lamellari, spesso riuniti in aggregati vermiformi, di colore verdastro. Minerali associati sono la pirite, il rutilo, l'anatasio e il quarzo, quest'ultimo a volte verdastro per inclusioni di clorite. (N. d'inventario del campione: 4929).

*10Å-halloysite-7Å-halloysite*

L'identificazione di questi minerali è basata su vari diffrattogrammi di polvere a raggi-X con camera Gandolfi e su di un'analisi chimica qualitativa EDS, che ha rivelato la presenza solamente dell'alluminio e del silicio.

Le analisi diffrattometriche hanno consentito di registrare degli effetti di diffrazione (9.9Å, 7.7Å, 4.42Å, 3.52Å, 2.57Å, 2.33Å, 2.21Å,) che risultano in buon accordo con quelli riportati per le halloysiti; la contemporanea presenza dei riflessi a 9.9Å, e 7.7Å indicherebbe l'esistenza, oltre alla fase idrata primaria (10 Å-halloysite) anche di quella disidratata (7Å-halloysite), che si origina dalla prima anche solo per lunga esposizione del minerale in aria.

Questa trasformazione sarebbe stata facilitata dal riscaldamento conseguente la lunga esposizione (oltre 48h) del campione sotto il fascio di raggi-X durante l'esecuzione del diffrattogramma di polveri. Morfologicamente il minerale si presenta in rosette minutissime (0,1 mm di diametro), costituite da cristalli lamellari incurvati, a contorno vagamente esagonale (Fig. 6). Questo aspetto morfologico costituisce una caratteristica degna di segnalazione in quanto è ben noto che la morfologia tipica dei cristalli di questo gruppo di minerali è quella tubolare. Solo in casi eccezionali (De Souza Santos *et al.*, 1966) sono stati segnalati cristalli tabulari di halloysite. L'halloy-

site di Carrara è eccezionale anche per le dimensioni dei suoi cristalli. L'unico campione finora rinvenuto è stato raccolto dal Sig. Passarino Giuseppe nella cava della Facciata. (N. d'inventario del campione: 4930).

*Sericite*

È nota da lungo tempo la presenza di miche nei marmi di Carrara (D'ACHIARDI G., 1906); questa è però la prima segnalazione certa di questo tipo di minerali all'interno delle geodi.

Come per le halloysiti anche in questo caso l'aspetto più curioso del minerale è l'abito dei suoi cristalli, che si presentano come esilissimi aciculi bianco-sericei, lunghi fino a tre millimetri e di meno di 1 μm di diametro (Fig. 8); talora numerosissimi aciculi sono raggruppati in fasci a formare individui prismatici tabulari larghi alcuni micron (Fig. 7).

Una analisi chimica semiquantitativa EDS ha fornito i seguenti valori: $SiO_2$ ~ 54%, $Al_2O_3$ ~ 32%, $K_2O$ ~10%, MgO ~ 4%.

Un diffrattogramma di polveri eseguito con camera Gandolfi ha consentito di registrare appena 5 effetti di diffrazione (4.50 Å, 3.65Å, 3.34Å, 3.07Å, 2.58Å). L'esiguità del frammento utilizzato , l'annerimento della pellicola ai bassi valori angolari causato dalla radiazione diffusa e, non ultima, la particolare morfologia del minerale, non hanno consentito di rilevare gli altri effetti di diffrazione che pure dovrebbero essere presenti, come quello a ~10 Å.

Sulla base di questi dati, nonostante la morfologia del tutto insolita, l'unica identificazione possibile è quella con un minerale micaceo e, in particolare, con una mica di tipo sericitico, visti gli elevati tenori in $Al_2O_3$ e $K_20$ (WEAVER and POLLARD, 1973).

La sericite è associata ad adularia, anatasio, fluorapatite, uraninite, fluorite e quarzo in campioni raccolti nelle cave di Gioia. (N. d'inventario dei campioni: 4922, 4923).

## DATI RELATIVI A SPECIE GIÀ SEGNALATE ALL'INTERNO DELLE CAVITÀ DEL MARMO DI CARRARA

*Nordstrandite-gibbsite*

L'esame di nuovi campioni, l'esecuzione di diffrattogrammi di polveri a raggi-X con camera Gandolfi più intensi e il riesame di vecchi diffrattogrammi su pellicola hanno permesso di stabilire che

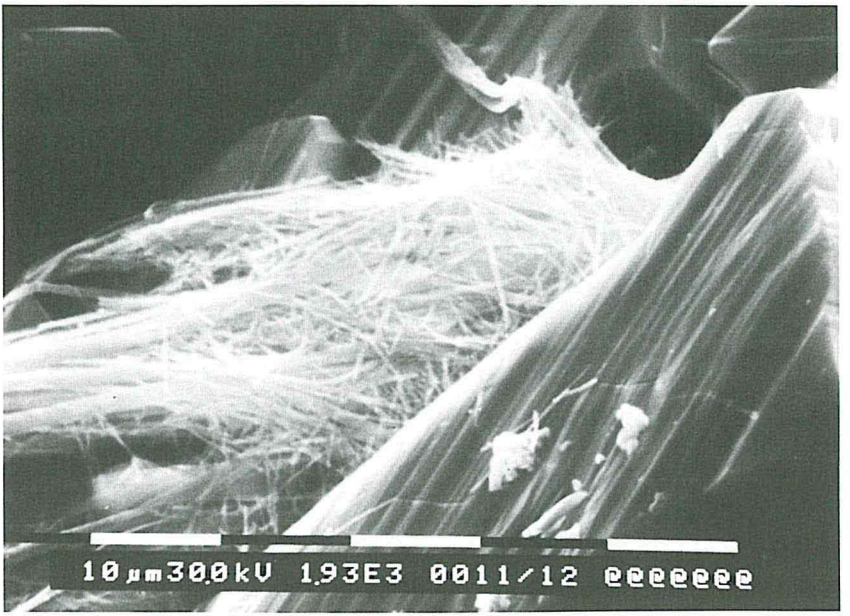


Fig. 8 - Particolare della Fig. 7. Sericite. Cave di Gioia.

nelle cavità del marmo di Carrara è presente la sola nordstrandite; viene così screditata la segnalazione della gibbsite proposta in passato.

*Colusite*

Per questa rara specie mineralogica, fra le più rare ed apprezzate dai collezionisti di minerali per la perfezione dei suoi cristalli, è opportuno segnalare due abiti diversi da quello usuale tetraedrico. In un campione sono stati infatti osservati alcuni cristalli di colusite ad abito cubico, con faccette di tetraedro a sviluppo subordinato (Fig. 9); in un altro campione è stato notato un cristallo con abito pseudo-ottaedrico, generato dalla contemporanea presenza dei due tetraedri quasi egualmente sviluppati. In questo secondo cristallo (Fig. 10) sono inoltre presenti alcune facce appartenenti alle forme {211} e {251}. La foto del primo individuo (Fig. 9) mette in evidenza come le facce appartenenti alla forma cubica non siano perfettamente speculari come quelle appartenenti alle altre forme, in particolare come quelle di tetraedro. L'identificazione delle facce di cubo in cristalli di colusite a morfologia complessa, che pure sono stati ritrovati in abbondanza, è facilitata da questa peculiare ca-

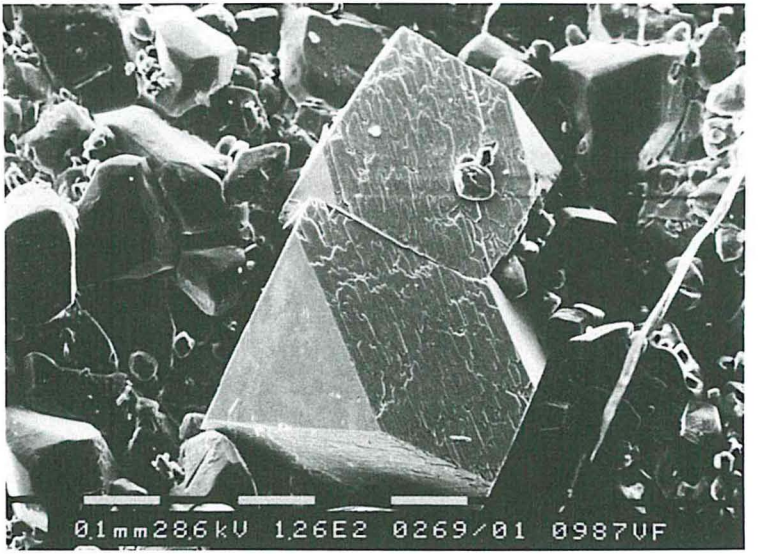


Fig. 9 - Due cristalli di colusite ad abito cubico-tetraedrico. Cava di Val Bona.

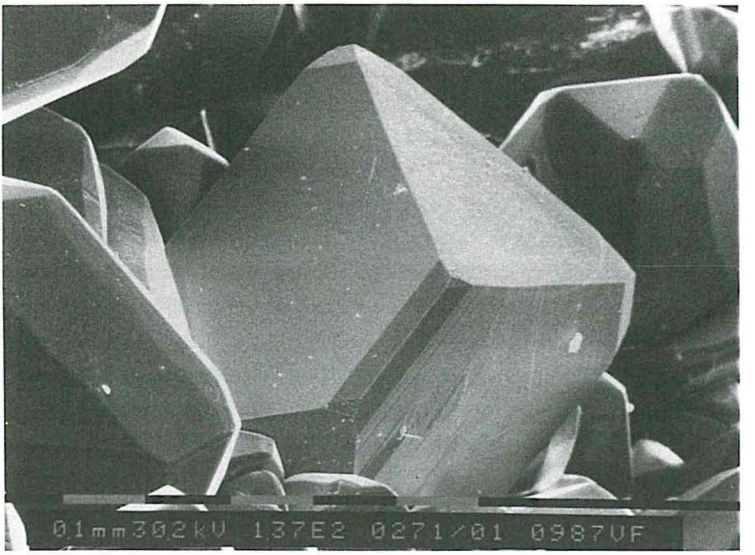


Fig. 10 - Colusite, abito pseudo-ottaedrico. Cave di Gioia.

ratteristica. È infine importante segnalare il ritrovamento di una colusite contenente germanio in concentrazioni dell'ordine del 5%. (N. d'inventario dei campioni: 4931 (colusite abito cubico), 4932 (colusite contenente germanio)).

RINGRAZIAMENTI: Ringraziamo il Prof. Franco Sartori per la revisione del testo e per l'aiuto dato nella identificazione dei due minerali argillosi.

## OPERE CITATE

D'ACHIARDI G. (1906) - I minerali dei marmi di Carrara, (parte terza). Epidoto, miche, anfiboli, albite, scapolite, *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem.*, Serie A,**22**, 1-14.

DE SOUZA SANTOS P., DE SOUZA SANTOS H., BRINDLEY G.W. (1966) - Mineralogical studies of kaolinite-halloysite clay: part IV. A platy mineral with structural swelling and shrinking characteristics. *Am. Miner.*, **51**, 1640-1648.

FRANZINI M., ORLANDI P., BRACCI G., DALENA D. (1987) - Minerals of the Carrara Marble, The Mineralogical Record, **18**, 263-296.

GRAESER S. (1977) - Smithite (Fe, Ni)$_9$ S$_{11}$ - Erste vorkommen in der Schweiz, *Schweiz. Mineral. Petrog. Mitt.* **57**, 17-22.

WEAVER C.E., POLLARD L.D. (1973) - The chemistry of clay minerals-Elsevier, Amsterdam-New York.

*(ms. presentato il 15 dicembre 1989; ult. bozze il 30 dicembre 1989)*