

Fig. 16. Microscopía y difracción electrónica de metahalosita (a) 295000X, (b) 234000X.

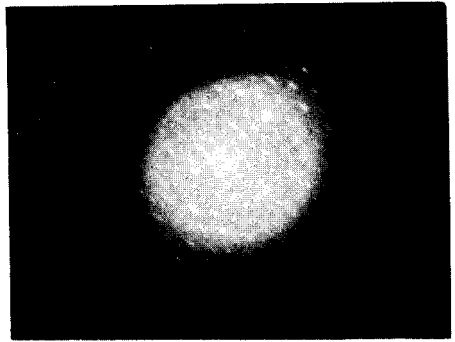
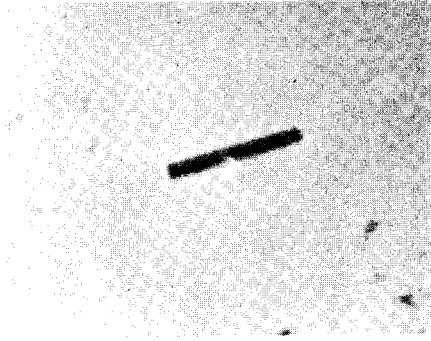


Fig. 17. Microscopía y difracción electrónica de metahalosita. 234000X.

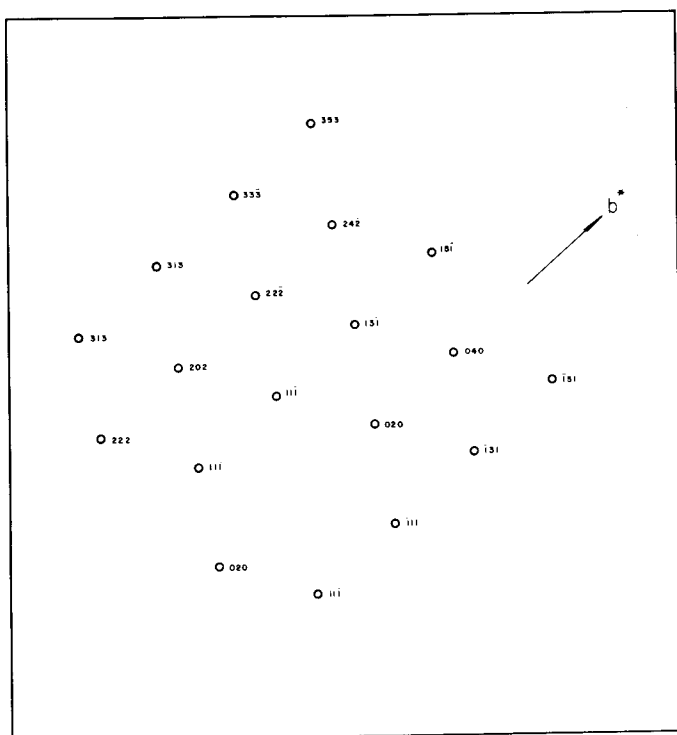


Fig. 18. Indices de Miller para difracción electrónica de metahalloysita uvw-202.

Tabla V. Valores de difracción electrónica de cristales de metahaloisita

hkl	d	Cristal					
		16a		16b		17	
		R	λL	R	λL	R	λL
020	4.59					0.64	2.94
040	2.29	1.29	2.95	1.93	2.95	1.33	3.04
060	1.53	1.94	2.97	1.20	3.00	1.99	3.04
202						1.26	3.15
111						0.79	3.47
131				1.16	3.15	1.20	3.26
151		1.71	2.96			1.76	3.04
222						1.42	3.12
242						1.84	3.12
333		1.96	2.86				
uvw			202		202		202
b+ ∇ eje cristal			33.8		31.5		33.8
b+ ∇ a+							

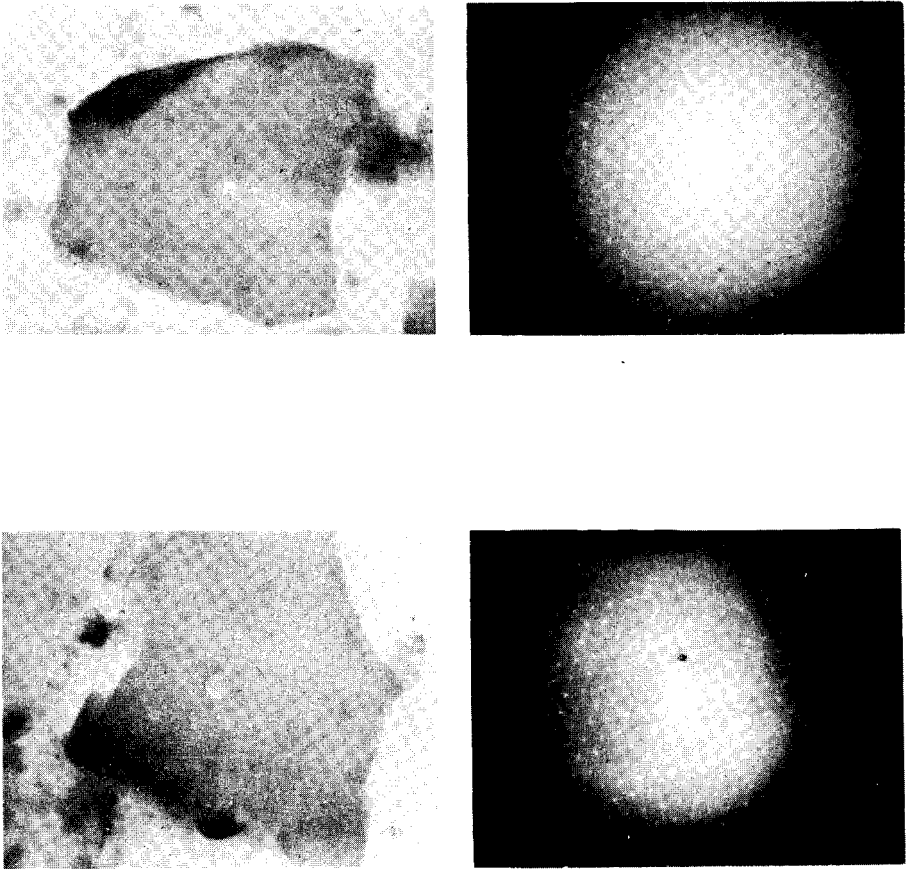


Fig. 19. Microscopía y difracción electrónica de cristales caoliniticos tratados con acetato potásico. 117600X.

Tabla VI. Valores de difracción electrónica para cristales caoliníticos tratados con acetato potásico

hkl	d	Cristal			
		19a		19b	
		R	λL	R	λL
200	2.48	1.12	2.78	1.08	2.68
400	1.24	2.24	2.78	2.17	2.69
600		3.35		3.26	
020	4.46	0.66	2.94	0.61	2.72
040	2.23	1.33	2.97	1.22	2.72
060	1.48	1.98	2.93	1.84	2.72
110	4.32	0.66	2.85	0.61	2.63
220	2.16	1.33	2.87	1.22	2.64
130	2.54	1.12	2.85	1.08	2.74
uvw		002		002	

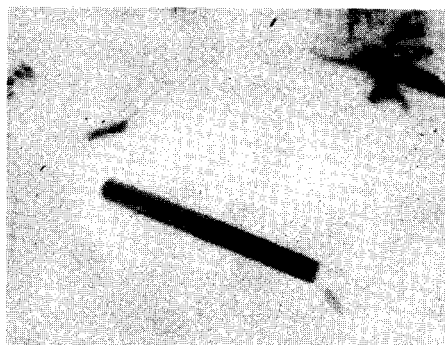


Fig. 20. Microscopía de cristales de metaheulandita tratados con acetato potásico.

Se clasifica como el grupo C_{2v} , que incluye a los grupos Laue D_{2h} y C_{2h} . El primero es ortorrómbico y sus condiciones de simetría difícilmente se cumplirán en metahaloisita mientras que, el segundo, es monoclinico e incluye a los grupos C_2-Z , $C_{2h}-2/m$ y C_s-m , que es el más comparable a los datos experimentales.

La translación de la reflexión básica de primer orden cuando arcillas caoliníticas son tratadas con acetato potásico (Wada, 1961; Miller y Keller, 1963) es una de sus características. Para los cristales caoliníticos del Edo. de México, hubo corrimiento de 7.35 y 9.80A a 13.34, estable al secado ambiente, y de nuevo a 7.35 cuando secada a 100° y tratada con etilen glicol. Al microscopio, los cristales originalmente enrollados, con el acetato se desarrollaron a placas irregulares de difracción pseudo-hexagonal normal, que ya no volvieron a enrollarse cuando el material secado a 100° se hidrató o trató con glicol. En cambio, en la metahaloisita, el desplazamiento fue de 10 a 13.70A, estable al ambiente, y a 10 y 7.35A cuando secada a 100° y tratada con etilen glicol, sugiriendo endelita y metahaloisita. En el microscopio, se observó la misma morfología tubular original no habiendo desenvolvimientos de ninguna especie sino cuando más, ligera distorsión de los cristales. Es evidente que ambos minerales reaccionaron en diferente forma, con mecanismos diferentes. La difracción de los cristales caoliníticos sugiere distensión de la estructura en sus ejes a y b , con el tratamiento de acetato. Ello supone que éste se absorbió sobre los cristales enrollados desarrollándolos y aumentando sus dimensiones axiales al grado de que ya no volvieron a su forma original. En cambio, en la metahaloisita, las moléculas o iones acetato debieron entrar dentro de los tubos, expandiéndolos y deformándolos pero sin destruirlos, al grado de que por lixiviación fácilmente se regresa a la condición original.

El comportamiento con acetato sugiere que las causas por las que cristales caoliníticos se enrollan no son permanentes. Ello comprueba la suposición anterior de que tensiones internas, translaciones de las capas tetra y octahédrica e inclusive simple diferencia de dimensiones de las capas no son responsables por el enrollamiento sino más bien lo es repulsión iónica entre cationes.

Por difracción de rayos X se intentó medir la dilatación ab de los cristales caoliníticos como consecuencia de la reacción con acetato. Ello es objeto de otra publicación en que se demuestra la dilatación de la estructura en sus ejes a y b .

Con las posiciones atómicas publicadas para caolinita (Brindley y Robinson, 1946) y dickita (Newnham, 1961), los factores de difusión atómica para difracción electrónica y sin considerar efectos térmicos se calcularon los factores de estructura para los grupos C_m y $C_{2h}-2/m$ (Tabla VII) concluyendo que el

grupo Laue C —m presenta una distribución de intensidades más en común con los datos experimentales.

Tabla VII. Factores de estructura, por difracción electrónica, para los grupos $C_{2h-2/m}$ y C_s-m

hkl	$F^2 \times 10^{-2}$	
	$C_{2h-2/m}$	C_s-m
200	57.2	1.3
400	43.6	14.6
110	66.8	4.2
310	0.0	4.2
020	12.0	3.0
040	18.2	2.0
060	20.0	50.0
130	3.3	1.2
150	0.0	0.3
330	0.9	0.2
240	15.5	8.1
260	41.8	3.7
$20\bar{2}$	9.4	26.3
$24\bar{2}$	52.8	18.1
$33\bar{3}$	0.0	0.2
$22\bar{2}$	7.2	3.2
$13\bar{1}$	1.7	1.8
111	48.5	9.9

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se desarrolló en los laboratorios de microscopía electrónica del Instituto de Geología de la UNAM. El autor desea expresar su agradecimiento a la Srita. Quím. Alicia Cabrera por su excelente colaboración en el empleo del microscopio, y al CRNNR por permitirle el uso de sus equipos y facilidades.

BIBLIOGRAFIA

- Bates, T.F. (1959). Morphology and crystal chemistry of 1:1 layer lattice silicates. *Amer. Miner.* 44, 78-114.
- Bates, T.F. and Conner, J.J. (1957). Further observations on the morphology of chysolite and halloysite, *Proc. 6th. Nat. Clay Conf.* 237-248.
- Pates, T.T., Hildebrand, F.A. and Swineford (1950). Morphology and structure of endellite and halloysite. *Amer. Miner.* 35, 463.
- Brindley, G.W. and Robinson, K. (1946). The structure of kaolinite. *Mineral Mag.* 27, 242-253.
- Brindley, G.W. and Robinson, K. (1945). The structure of koalinite. *Nature* 156, 661.
- Brindley, G.W. Robinson, K. and McEwan, D.M. (1946). The clay minerals halloysite and metahalloysite. *Nature* 157-225.
- Brindley, G.W. and Robinson, K. (1948). The structure of metahalloysite. *Mineral. Mag.* 28, 393-406.
- Brindley, G.W. and Nakahira, M. (1958). Further considerations on the structure of kaolinite. *Mineral. Mag.* 31, 781-786.
- Brindley, G.W. and Robinson, K. (1946). Ramdonnes in the structure of kaolinite clay minerals. *Mineral. Mag.* 198-205.
- Brindley, G.W. and Robinson, K. (1947). The x-ray study of some kaolinitic fireclay. *Trans. Bnt. Cer. Soc.* 46, 49-62.
- Brindley, G.W., Santos, P., Souza, H. (1963). Mineralogical studies of kaolinite-halloysite clays. Part. I. Identification problems. *Amer. Miner.* 48, 897-910.
- Newnham, R.E. (1961). A refinement of the dickite structure and some remarks in polymorphism in kaolin minerals. *Mineral. Mag.* 683-703.
- Radoslovich, E.W. (1963). The cell dimensions and symmetry of layer lattice silicates. VI. Serpentine and kaolin morphology. *Amer. Miner.* 48, 368.
- Zvyagin, Boris, B. (1967). Electron diffraction analysis of clay mineral structures. *Plenum Press, New York.* Pag. 1-356.

- Tchowbar, C. y Oberlin, A. (1963). Alteration de l'albite par action de l'eau. Etude en microscopie et microdiffraction electroniques de la precipitation et de l'evolution des fibres de boehmite formee. Jour de Microscopie 2(5), 415-32.
- Tchowbar, C. (1965). Formation de la kaolinite a partir de albite alteree por l'eau a 200°C. Etude en microscopie et diffraction electroniques Bull. Soc. Franc. Mineral, Crist. 88, 483-518.
- Oberlin, A. y Mering, J. (1966). Observations sur l'hectorite. Bull. Soc. Franc. Miner. Crist. 89, 29-40.
- Hope, E.W. y Kittrick, J.A. (1964). Surface tension and the morphology of halloysite. Amer. Mineral. 49, 859-66.
- Honjo, G., Kitamura, N. y Mihama, K. (1954). A study of clay minerals by means of single crystal electron diffraction diagrams. The structure of tubular kaolin.
- Vainshtein, B.K. (1964). Structure Analysis by Electron Diffraction. Pergamon Press. New York. Pag. 1-420.
- Wada, K. (1961). Lattice expansion of kaolin minerals by treatment with potassium acetate, Amer. Mineral. 46, 78.
- Hirsch, P.B., Howie, A., Nicholson, R.B., Pashley, D.W. y Whelan, M.J. (1965). Electron microscopy of thin crystals. Betterworths, London. Pag. 1-538.
- Moller, y Keller, W.D. (1963).

ATAPULGITA, MICROSCOPIA Y DIFRACCION ELECTRONICA

LIBERTO DE PABLO GALÁN

RESUMEN

Atapulgita o paligorsquita está descrita en la literatura con los valores de su celda $b = 18.0\text{Å}$ y 18.06 , $c = 5.3, 5.22$ y 13.4 , $a = 12.75$ y 5.2 , $\beta = 95^\circ 30'$ y 90° , grupo espacial $C2/m$ y $C_{2h}^2 - P 2/a$. Especímenes de Attapulgis, Georgia, se estudian por difracción de rayos X, microscopía y difracción electrónica, concluyendo que sus características son $b = 18.00\text{Å}$, $a \sin \beta = 13.11$, $c \sin \beta = 5.11$, grupo $C_{2h} - 2/m$, sin mantenerse la relación $b = a\sqrt{3}$.

INTRODUCCION

Atapulgita o paligorsquita está reportada en la literatura como un mineral fibroso (Caillere y Henin, 1961), de fórmula $\text{Si}_8 \text{Mg}_5 \text{O}_{20} (\text{OH})_2 (\text{OH}_2)_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ y celda $a \sin \beta = 12.9\text{Å}$, $b = 18$, $c = 5.3$, $C - 2/m$, siendo c paralelo al eje largo de la fibra. Bradley (1940), la considera formada por planos de oxígeno paralelos a bc , unidos a tetrahedros Si-O en cadenas tipo anfibola, con oxhidrilos complementando tetrahedros que se coordinan a Al, Mg o Fe^{3+} octahédricos; neutralización protónica en los bordes de estas cadenas forma moléculas de agua estructural, diferentes de aquellas retenidas en las cavidades de la estructura.

Svyagin (1967) reporta attapugita como cintas delgadas, preferentemente

a fibras de sección isométrica, con $c=5.22A$ longitudinal, $b=18.06$, $a=12.75$, $\beta=95^{\circ}30'$, grupo $C_{2h}^1=P2/a$, a diferencia de Ramdohr (1967) que la considera monoclinica, con $a=5.2A$, $b=18$, $c=13.4$, $\beta=90^{\circ}$, $Z=2$ y fórmula $(MgAl)_2 [OHSi_4O_{10}]-2H_2O + 2H_2O$.

Existiendo estas discrepancias en cuanto a morfología, orientación de los cristales, dimensiones de la celda, ángulo y grupo espacial, se decidió estudiar el mineral por difracción de rayos X, microscopía y difracción electrónica. De éstas, la primera, con sus bien establecidas ventajas, tiene el inconveniente de que por la naturaleza turbostrática del mineral, su fino tamaño y su orientación preferente, se obtienen solamente reflexiones tipo $hk0$ que no permiten una identificación completa. En cambio, la difracción electrónica de cristales de morfología previamente establecida por microscopía, da reflexiones tipo $h0l$ o $0kl$ que, junto con las anteriores, forman un concepto más claro de la estructura y naturaleza del mineral.

DATOS EXPERIMENTALES

La attapulgita estudiada procede de Attapulgis, Georgia, EUA y, por su buena pureza, no fue necesario tratarla o concentrarla en forma alguna. Para los estudios de rayos X, se usó una unidad Philips con registro continuo, radiación filtrada de cobalto, ángulo de Bragg de 3 a 80° , velocidad de 1° y, para la medición de algunas reflexiones, de 0.50° por minuto. Para microscopía y difracción electrónica, se empleó un microscopio Philips EM100, operado a voltajes de 60 a $80KV$, con registro fotográfico de 35 mm. Las muestras se prepararon suspendiéndolas por agitación ultrasónica en agua destilada y depositando la suspensión en colodión sobre rejillas de cobre de 200 mallas; por el fino tamaño de los cristales, que frecuentemente no permitió obtener difracciones satisfactorias, el tiempo de agitación se varió a manera de tener cristalitas solos y pequeños conglomerados.

La difracción electrónica requirió la calibración previa del equipo. Ello se hizo con biotita de características anteriormente establecidas, según la técnica descrita en otra publicación (De Pablo, 1968). Pequeños cristales, igualmente dispersados en agua, sirvieron para obtener registros de difracción en las mismas condiciones que posteriormente se usaron para la attapulgita. Durante el examen de ésta, fueron frecuentes las calibraciones en el estándar de biotita.

El difractograma obtenido para attapulgita se presenta en la Fig. 1 y los valores medidos para las distancias interplanares, en la Tabla I. Se comparan

satisfactoriamente con los reportados por de Lapparent (1938) y Bradley (1940).

Cristales de attapulgita, observados por microscopía electrónica, se muestran en la Fig. 2. Por su reducido tamaño es difícil la observación detallada pero puede distinguirse una morfología de cintas rígidas, de absorción uniforme, con bordes rectos, canal interior longitudinal y, también, una segunda forma como cristales curvos, más o menos cilíndricos, de sección transversal posiblemente ovalada. Los conglomerados, difíciles de separar por agitación ultrasónica, son abundantes.

Microscopía y difracción se presenta conjuntamente en las Figs. 3 a 6. Los cristales solos son tan pequeños que no fue posible lograr difracciones adecuadas y hubo que recurrir a obtenerlas sobre los bordes de aquellos conglomerados que mostraban paralelismo en los cristales. En algunos casos, se observó el mineral con algunas impurezas no identificadas (Figs. 3, 4) y, en otros, los cristales parecían englobados por una fase amorfa o gelatinosa o, al menos, de difracción comparable a la propia de attapulgita (Figs. 5, 6).

Los registros de difracción se interpretaron en la forma acostumbrada, asignando índices de Miller y midiendo con escala milimétrica la distancia entre reflexiones correspondientes, para calcular los valores interplanares según la ecuación (1). Estos se indican en la Tabla II, como promedio de mediciones en 60 registros

$$(1) \quad d = \frac{\lambda L}{R}$$

R distancia entre reflexiones correspondientes

λL constante de difracción electrónica

d distancia interplanar

de 15 preparaciones diferentes.

Las dimensiones de la celda de attapulgita se computan de la ecuación (2), propia del sistema monoclínico, aplicando los índices de Miller y las distancias interplanares anteriores, para obtener los valores reportados en la Tabla III. Los valores absolutos de

$$(2) \quad \frac{1}{d_{hkl}^2} = \frac{h^2}{a^2 \sin^2 \beta} + \frac{k^2}{b^2} + \frac{l^2}{c^2 \sin^2 \beta} - \frac{2hl \cos \beta}{ac \sin^2 \beta}$$

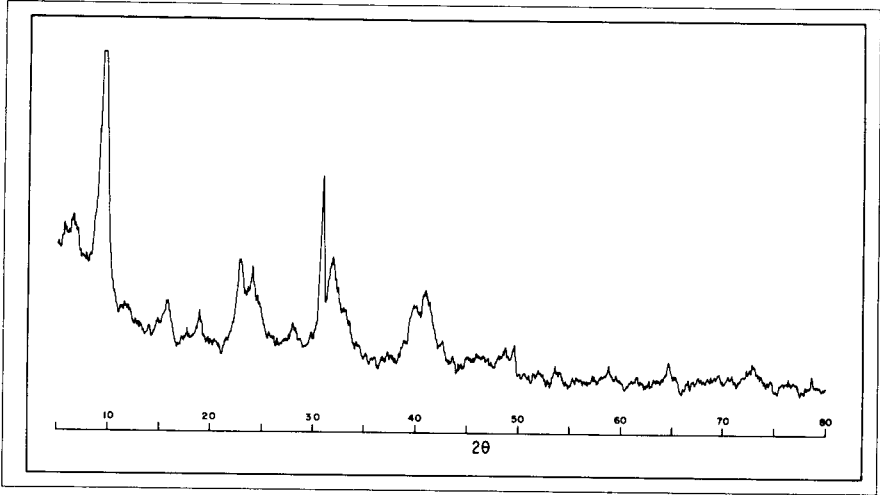


Fig. 1. Registro de difracción de rayos x de attapulgita, Radiación $\text{CoK}\alpha$.

Tabla I. Distancias interplanares de attapulgita.

hkl	Bradley (1940)				Lapparent (1938)			
	d(A) obs.	I obs.	d(A) cálc.	I cálc.	d(A) obs.	I obs.	d(A) obs.	I obs.
110	10.60	10	10.48	330	10.50	10	10.2	12
200	6.55	2	6.45	17	6.44	6	6.44	2
130	5.45	2	5.44	12	5.42	5	5.3	2
220			5.24	1				
040	4.50	4	4.50	66	4.49	8		
310	4.20	3	4.18	13	4.18	3	4.3	10
240	3.70	1	3.69	18	3.69	5		
330	3.48	1	3.49	12	3.50	3		
150			3.47	2				
400	3.25	4	3.23	120	3.23	10	3.25	10
420	3.04	1	3.04	3	3.03	1		
350	2.80	1	2.76	2				
440	2.62	3	2.62	43	2.61	8		
510	2.55	4	2.56	8	2.55	3	2.55	10
530			2.38	5	2.38	3		
080	2.29	1	2.25	1				
600	2.13	2	2.15	15	2.15	5	2.25	4
550			2.10	1				
480			1.84	1				
390	1.81	2	1.81	3	1.82	1	1.80	2
660	1.75	1	1.75	1				
800	1.75	1	1.61	3	1.62	1	1.67	2
680			1.55	17	1.56	3		
0.12.0	1.49	2	1.50	40	1.50	5	1.49	4

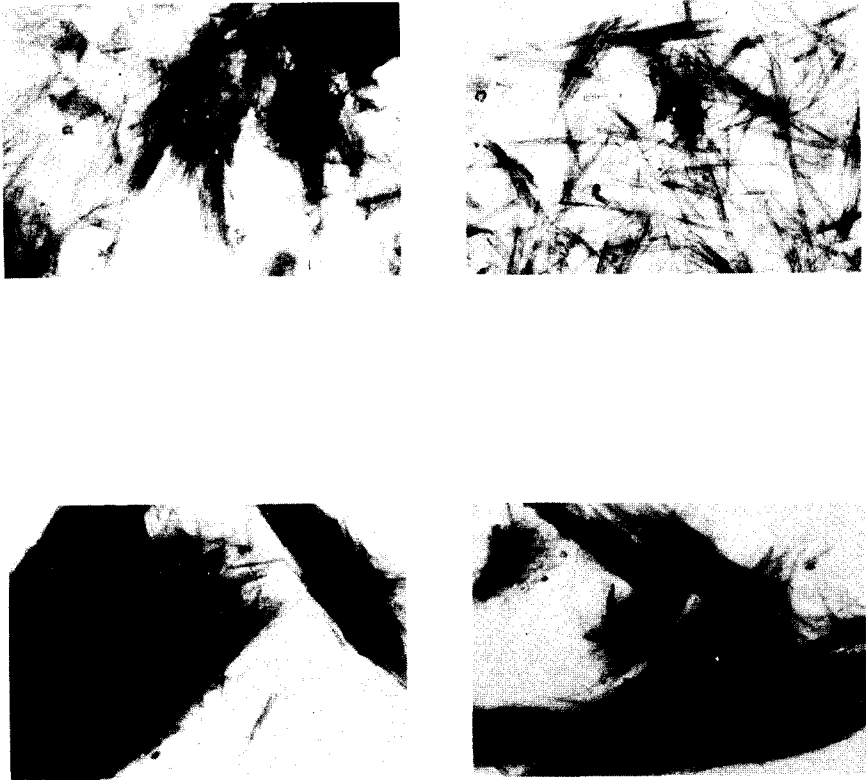


Fig. 2. Microscopía electrónica de attapulgita.
(a) 47000X, (b) 47000X, (c) 33000X, (d) 33000X.

a, b, c , dimensiones de la celda unitaria

ángulo entre ejes c y a

h, k, l , índices de Miller

d_{hkl} distancia interplanar

a y c no es posible calcularlos, pues en todos los registros de difracción electrónica a fue paralelo al haz dando reflexiones tipo $0kl$ mientras que, difracción de rayos X, por la orientación preferente, proporcionó reflexiones bidimensionales $hk0$. Sin embargo, por la simetría de los primeros, puede pensarse que el ángulo β es cercano a los 90° .

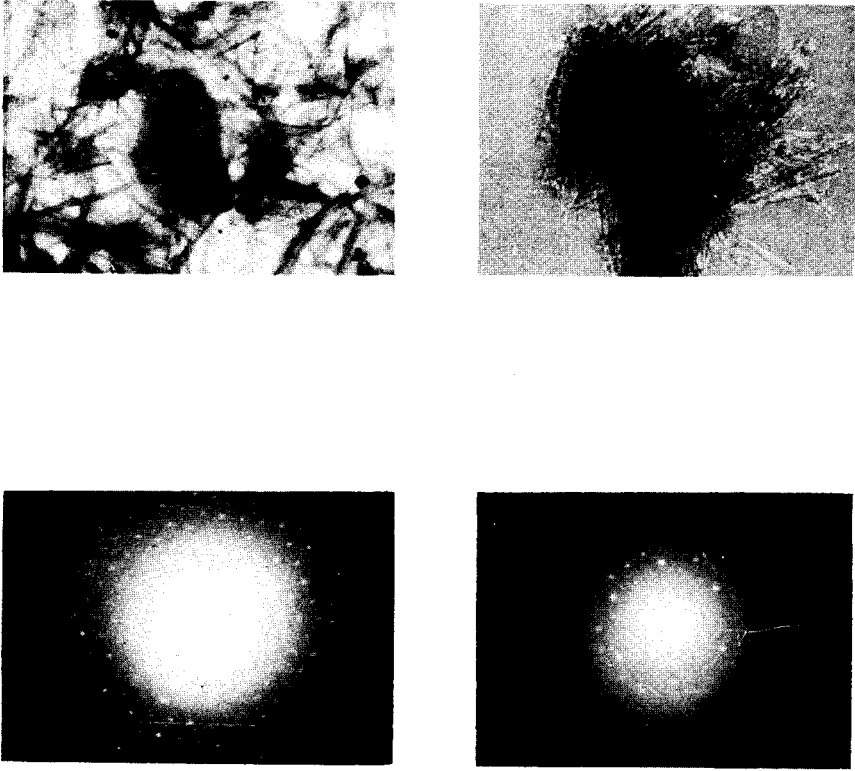


Fig. 3. Microscopía y difracción electrónica de attapulgita, (a) 47000X, (b) 47000X.

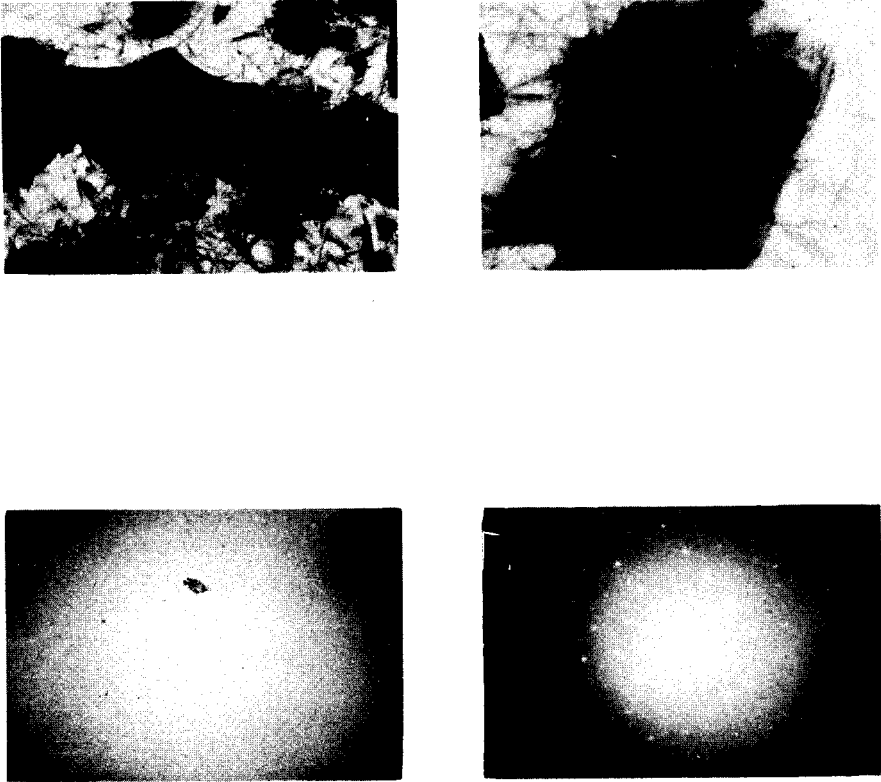


Fig. 4. Microscopía y difracción electrónica de attapulgita. (a) 47000X, (b) 47000X.

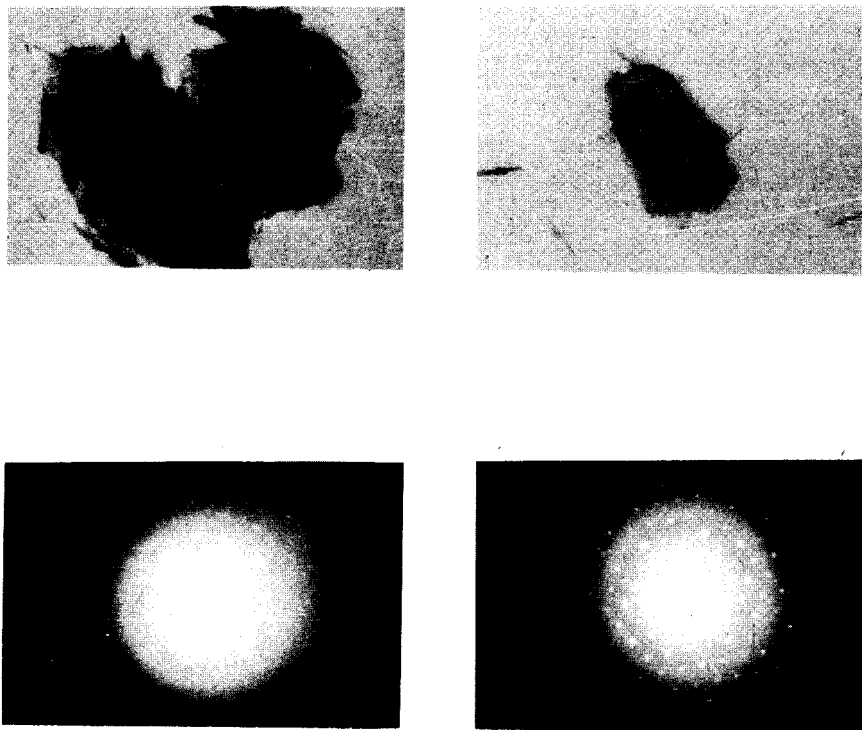


Fig. 5. Microscopía y difracción electrónica de attapulgita. (a) 33000X, (b) 47000X.

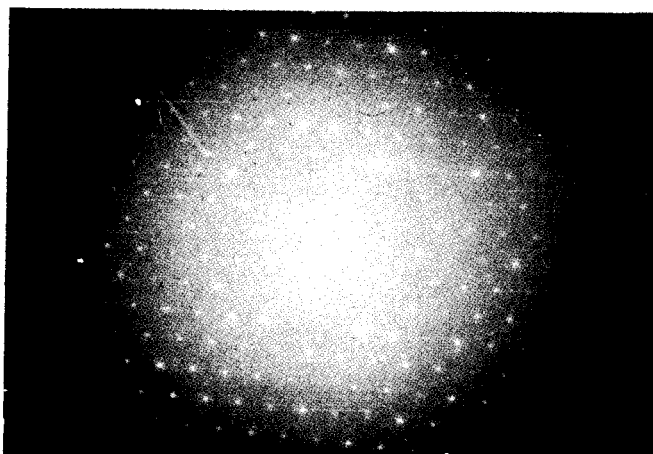


Fig. 6. Microscopía y difracción electrónica de attapulgita. 25000X.

Tabla II. Distancias interplanares de attapulgita, obtenidas por difracción electrónica.

hkl	d(A)	Intensidad
002	2.55	I
004	1.28	I
040	4.50	M
080	2.25	M
0.12.0	1.51	I
0.16.0	1.12	M
021	4.65	M
061	2.59	I
0.10.1	1.70	MD
042	2.25	MD
082	1.69	MD
0.12.2	1.30	M
063	1.51	I
0.10.3	1.26	D

Tabla III. Características de la celda de attapulgita.

a sen β	13.11 A
b	18.00
c sen β	5.11
c/a	0.39
Grupo	C _{2h} -2/m

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los valores obtenidos para la celda de atapulgita corresponden a los reportados por Bradley (1940), Caillere y Henin (1961) y, parcialmente, a los de Zvyagin (1967). Difieren de este, sin embargo, en el ángulo β , que seguramente es inferior a los $95^{\circ}30'$, y en el grupo espacial y, también de los resultados de Ramdohr y Strunz (1967), que probablemente confundió la orientación del cristal. El eje c coincide con el eje largo de los cristales, que son prismáticos o de sección transversal ovalada y, en la computación de difracción electrónica, es necesario doblar el valor de b para igualar los valores de difracción de rayos X. Los cristales de atapulgita se observan solos, en conglomerados, y en conglomerados al parecer englobados por un material amorfo no identificado.

BIBLIOGRAFIA

- Bradley, W.F. (1940). Structure of atapulgite. Amer. Miner. 25, 405-410.
- Caillere, S. y Henin, S. (1961). Palygorsquite. The x-ray identification and crystal structures of clay minerals. Editor G. Brown. Mineralogical Society, London. Pag. 343-353.
- de Lapparent, J. (1938). Structure. Bull. Soc. Franc. Miner. 61, 253-283.
- Ramdohr, R. y Strunz, H. (1967). Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie. F. Verlag, Stuttgart. Pag. 726.
- Zvyagin, B.B. (1967). Electron diffraction analysis of clay mineral structures. Plenum Press, New York. Pag. 286.
- de Pablo Galan, L. (1968). Calibración del microscopio electrónico para difracción electrónica. En imprenta.

BOLETINES DEL INSTITUTO DE GEOLOGIA

50.— <i>Las Meteoritas Mexicanas</i> , por JOSÉ C. HARO, 1931.	\$ 50.00 M.N.	\$ 5.00 Dlls.
51.— <i>Zonas Mineras de los Estados de Jalisco y Nayarit</i> , por TOMÁS BARRERA, 1931.	Agotado (out of print)	
53.— <i>Topografía Sepultada en la Región de Santa Rosalía, B. C.</i> , por IVAN F. WILSON, 1948.	\$ 25.00 M.N.	\$ 2.50 Dlls.
54.— <i>Paleontología y Estratigrafía del Plioceno de Yepómera</i> , Edo. de Chihuahua (Primera Parte), por JOHN F. LANCE, 1950.	\$ 25.00 M.N.	\$ 2.50 Dlls.
55.— <i>Los Estudios Paleobotánicos de México</i> , por MANUEL MALDONADO KOERDELL, 1950.	\$ 25.00 M.N.	\$ 2.50 Dlls.
56.— <i>Las Provincias Geohidrológicas de México</i> , (Segunda Parte), por ALFONSO DE LA O. CARREÑO, 1954.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
57.— <i>Espeleología Mexicana, Cuevas de la Sierra Madre Oriental de la Región de Xilitla</i> , por FEDERICO BONET, 1953.	Agotado (out of print)	
58.— <i>Geología y Paleontología de la Región de Caborca</i> , por G. ARTHUR COOPER y otros, 1954.	Agotado (out of print)	
Pt. III.— <i>Fauna Pérmica de El Antimonio, Oeste de Sonora, México</i> , por G. ARTHUR COOPER y otros, 1965.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
59.— <i>Los Depósitos de Bauxita en Haití y Jamaica y posibilidades de que Exista Bauxita en México</i> , por GUILLERMO P. SALAS, 1959.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
60.— <i>Geología del Estado de Morelos y de Partes Adyacentes de México y Guerrero</i> , Región Central Meridional de México, por CARL. FRIES, JR., 1960.	\$ 50.00 M.N.	\$ 5.00 Dlls.
61.— <i>Fenómenos Geológicos de Algunos Volcanes Mexicanos</i> , por LUIS BLÁSQUEZ L., ARMANDO REYES LAGOS, FEDERICO MOOSER y JOSÉ L. LORENZO, 1961.	\$ 20.00 M.N.	\$ 2.00 Dlls.
62.— <i>Reconocimiento Geológico en la Sierra Madre del Sur</i> , entre Chilpacingo y Acapulco, Edo. de Guerrero, por ZOLTAN DE CSERNA, 1965.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
63.— <i>Contribución al Estudio de Minerales y Rocas</i> , por EDUARDO SCHMITTER y RUTH ROJAS DE GÓMEZ, 1962.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
64.— <i>Estudios Geocronológicos de Rocas Mexicanas</i> , por CARL FRIES JR. 1962.	Agotado (out of print)	
65.— <i>Estudios Mineralógicos y Petrográficos del Casquete y la Sal de Algunos Damos Salinos del Istmo de Tehuantepec, México</i> , por SALVADOR ENCISO DE LA VEGA, 1963.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
66.— <i>Revisión Crítica de los Minerales Mexicanos</i> BOLEITA, por FRANCISCO J. FABREGAT, 1963.	\$ 40.00 M.N.	\$ 4.00 Dlls.
67.—Pt. I.— <i>Salinidad, Batimetría, Temperatura y Distribución de los Sedimentos Recientes de la Laguna de Términos Campeche, México</i> , por AMADO YÁÑEZ CORREA, 1963.	\$ 25.00 M.N.	\$ 2.50 Dlls.
Pt. II.— <i>Sistemática y Distribución de los Géneros de Diatomeas de la Laguna de Términos Campeche, México</i> , por ANCEL SILVA B., 1963.	\$ 25.00 M.N.	\$ 2.50 Dlls.

- Pt. III.—*Sistemática y Distribución de los Foraminíferos Recientes de la Laguna de Términos Campeche, México*, por AGUSTÍN AYALA, 1963. \$ 75.00 M.N. \$ 7.50 Dlls.
- Pt. IV.—*Sistemática y Distribución de los Micromoluscos Recientes de la Laguna de Términos, Campeche, México*, por ANTONIO GARCÍA CUBAS, 1963. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 68.—*Sistemática y Distribución de los Foraminíferos Recientes de la "Playa Washington" al S.E. de Matamoros, Tamps.*, por LUIS RAFAEL SEGURA V., 1963. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 69.—*Geología del Area delimitada por el Tomatal, Huitzaco y Mayanalán*, Estado de Guerrero por José MA. BOLÍVAR, 1963. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 70.—*Derrames Cineríticos de El Oro, Tlalpujahua*, por CARL FIRES, JR., ROSS y OBREGÓN. En preparación (Bring prepared)
- 71.—*Estudios Geológicos en los Estados de Durango y San Luis Potosí*, por DIEGO A. CÓRDOVA, EUGENIO CSERNA y ALEJANDRO BELLO BARRADAS, 1963. \$ 40.00 M.N. \$ 4.00 Dlls.
- 72.—*Revisión Crítica de los Minerales Mexicanos, la PLUMOSITA*, por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1964. \$ 40.00 M.N. \$ 4.00 Dlls.
- 73.—*Contribuciones del Laboratorio de Geocronometría.*
- Pt. I.—*Discusión de Principios y Descripción de la Determinación Geoquímica por el Método Plomo Alfa o Larsen*, por CÉSAR RINCÓN ORTA, 1965.
- Pt. II.—*Nuevas aportaciones Geocronológicas y Técnicas empleadas en el Laboratorio de Geocronometría*, por CARL FRIES, JR., y CÉSAR RINCÓN ORTA, 1965.
- Pt. III.—*Compendio de Edades de Radiocarbono de Muestras Mexicanas de 1962 a 1964*, por JOSEFINA VALENCIA y CARL FRIES, JR., 1965. \$ 45.00 M.N. \$ 4.50 Dlls.
- 74.—*Estudios Geológicos en el Estado de Chihuahua:*
- Pt. I.—*Geología del Area de Plomosas, Chih.*, por LUTHER W. BRIDGES.
- Pt. II.—(Notas sobre la Geología de la Región de Placer de Guadalupe y Plomosa, Chih.), por ZOLTAN DE CSERNA, 1966. \$ 45.00 M.N. \$ 4.50 Dlls.
- 75.—*Estudios Mineralógicos*, por RICHARD V. GAINES:
- 1.—Mineralización de Telurio en la Mina de la Moctezuma, cerca de Moctezuma, Sonora.
- 2.—Métodos de Laboratorio para la Separación y Purificación de Muestras Minerales, 1965. \$ 30.00 M.N. \$ 3.00 Dlls.
- 76.—*Estudios de Mineralogía.*
- Pt. I.—*Los Minerales de Manganeso de Molango, Hgo.*, por LIBERTO DE PABLO GALÁN.
- Pt. II.—*Caolinita de Estructura Desordenada de Concepción de Buenos Aires, Edo. de Jalisco, México*, por LIBERTO DE PABLO GALÁN.
- Pt. III.—Nota Preliminar sobre la Identificación por Rayos X, de Oxido Tálico TL_2O_3 , por JESÚS

RUIZ ELIZONDO, GLORIA AVILA I., OCTAVIO CANO CORONA y GLORIA AYALA ROJAS, 1965.	\$ 35.00 M.N.	\$ 3.50 Dlls.
77.— <i>Los Minerales Mexicanos</i> 3. DURANGITA, por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1966.	\$ 45.00 M.N.	\$ 4.50 Dlls.
78.— <i>Los Minerales Mexicanos</i> 4. CUMENGEITA, por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1966.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
79.— <i>Los Minerales Mexicanos</i> 5. LIVINGSTONITA, por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1966.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
80.—“ <i>Biogeología Subsuperficial del Arrecife Alacranes, Yucatán</i> ”, por FEDERICO BONET.	\$ 60.00 M.N.	\$ 6.00 Dlls.
81.— <i>Ecology Distribution and Taxonomy of Recent Ostracoda of Laguna de Términos Campeche, México</i> , por GUSTAVO A. MORALES.	\$ 50.00 M.N.	\$ 5.00 Dlls.
82.— <i>Estudios de Geocronometría y Mineralogía.</i>		
Pt. I.— <i>Edad de Tres Rocas Intrusivas en la Parte Centro-Septentrional de México</i> , por JERJES PANTOJA ALOR y CÉSAR RINCÓN ORTA.		
Pt. II.— <i>Nuevos datos sobre Mackayita</i> , por RICHARD V. GAINES.		
Pt. III.— <i>Ilvaíta de el Guaricho, Mich.</i> , por LIBERTO DE PABLO.		
Pt. IV.— <i>Cálculo Cristalográfico</i> , por FRANCISCO J. FABREGAT G. y RICARDO ESQUIVEL ESPARZA. 1967.	\$ 30.00 M.N.	\$ 3.00 Dlls.
83.— <i>Minerales Mexicanos</i> 6 JALPAITA por FRANCISCO J. FABREGAT G., 1967	\$ 40.00 M.N.	\$ 4.00 Dlls.
84.— <i>Sedimentología de la Laguna Madre, Tamaulipas.</i>		
Pt. I.— <i>Comisión y distribución de los sedimentos recientes de la Laguna Madre, Tamaulipas</i> , por AMADO YAÑES y CARMEN SCHLAEPFER, 1968.		
Pt. II.— <i>Minerales pesados de los sedimentos de la Laguna Madre, Tamaulipas</i> , por CARMEN SCHLAEPFER, 1968.	\$ 40.00 M.N.	\$ 4.00 Dlls.
85.— <i>Los Minerales Mexicanos</i> 7. Vanadinita y Endlichita, por FRANCISCO J. FABREGAT G. 1970.	\$ 50.00 M.N.	\$ 5.00 Dlls.
86.— <i>Ecología y Distribución de los Micromoluscos recientes de la Laguna Madre, Tamps., México</i> , por ANTONIO GARCÍA-CUBAS JR. 1968.	\$ 50.00 M.N.	\$ 5.00 Dlls.
87.— <i>Ecología y Distribución de los Foraminíferos Recientes de la Laguna Madre, Tamaulipas, México</i> , por AGUSTÍN AYALA-CASTAÑARES y LUIS R. SEGURA.	\$ 50.00 M.N.	\$ 5.00 Dlls.
88.— <i>Geología Marina de la Laguna de Tamiahua, Ver., México</i> , por RODOLFO CRUZ O. 1968.	\$ 40.00 M.N.	\$ 4.00 Dlls.
89.— <i>Algunos Programas de Cálculo Cristalográfico.</i>		En prensa
90.— <i>Espeleología de la Región de Cacahuamilpa</i> , por F. BONET.		En prensa
91.— <i>Ecología y Distribución de Micromoluscos de la Laguna de Tamiahua.</i>		En prensa
92.— <i>Sistema Caolinita-Caolinita-desordenada-metahalosita-endelita. Atapulgita. Microscopía y difracción electrónica.</i> —53 p. y 26 figs. (1971).	\$ 40.00 M.N.	\$ 4.00 Dlls.

Para su adquisición dirijase al:
Instituto de Geología, Oficina de Publicaciones — Ciudad Universitaria,
México 20, D. F.

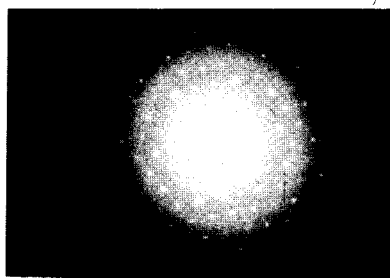
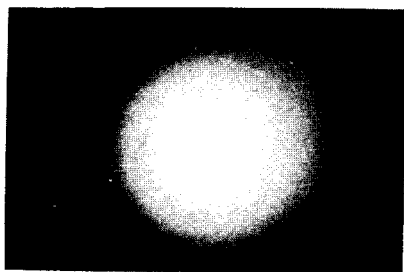
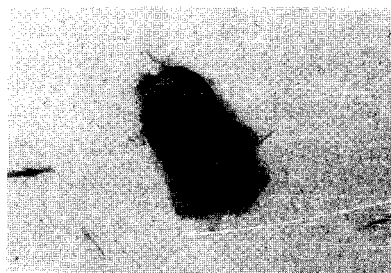


Fig. 5. Microscopía y difracción electrónica de attapulgita. (a) 33000X, (b) 47000X.

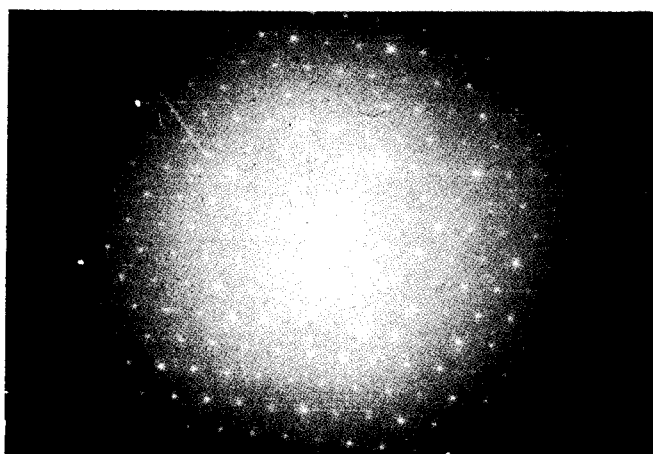


Fig. 6. Microscopía y difracción electrónica de attapulgita. 25000X.

Tabla II. Distancias interplanares de attapulgita, obtenidas por difracción electrónica.

hkl	d(A)	Intensidad
002	2.55	I
004	1.28	I
040	4.50	M
080	2.25	M
0.12.0	1.51	I
0.16.0	1.12	M
021	4.65	M
061	2.59	I
0.10.1	1.70	MD
042	2.25	MD
082	1.69	MD
0.12.2	1.30	M
063	1.51	I
0.10.3	1.26	D

Tabla III. Características de la celda de attapulgita.

a sen β	13.11 A
b	18.00
c sen β	5.11
c/a	0.39
Grupo	C _{2h} -2/m

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los valores obtenidos para la celda de atapulgita corresponden a los reportados por Bradley (1940), Caillere y Henin (1961) y, parcialmente, a los de Zvyagin (1967). Difieren de este, sin embargo, en el ángulo β , que seguramente es inferior a los $95^{\circ}30'$, y en el grupo espacial y, también de los resultados de Ramdohr y Strunz (1967), que probablemente confundió la orientación del cristal. El eje c coincide con el eje largo de los cristales, que son prismáticos o de sección transversal ovalada y, en la computación de difracción electrónica, es necesario doblar el valor de b para igualar los valores de difracción de rayos X. Los cristales de atapulgita se observan solos, en conglomerados, y en conglomerados al parecer englobados por un material amorfo no identificado.

BIBLIOGRAFIA

- Bradley, W.F. (1940). Structure of atapulgite. *Amer. Miner.* 25, 405-410.
- Caillere, S. y Henin, S. (1961). Palygorsquite. The x-ray identification and crystal structures of clay minerals. Editor G. Brown. Mineralogical Society, London. Pag. 343-353.
- de Lapparent, J. (1938). Structure. *Bull. Soc. Franc. Miner.* 61, 253-283.
- Ramdohr, R. y Strunz, H. (1967). *Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie*. F. Verlag, Stuttgart. Pag. 726.
- Zvyagin, B.B. (1967). *Electron diffraction analysis of clay mineral structures*. Plenum Press, New York. Pag. 286.
- de Pablo Galan, L. (1968). *Calibración del microscopio electrónico para difracción electrónica*. En imprenta.