

ESCOLECITA DE AGLOMERADOS BASÁLTICOS DEL COMPLEJO BASAL DE FUERTEVENTURA (ISLAS CANARIAS)

A. La Iglesia, (1), S. Fernández Santín, (2) y A. Hernández Pacheco (2).

(1) Instituto de Geología Económica. C.S.I.C. Facultad de Ciencias Geológicas. U.C.M. 28040 MADRID

(2) Departamento de Petrología y Geoquímica. Facultad de Ciencias Geológicas. U.C.M. 28040 MADRID

RESUMEN

Se caracteriza por análisis químico, microscopía óptica, difracción de Rayos X, análisis térmico diferencial, termogravimetría y espectroscopía de infrarrojos, una zeolita fibrosa perteneciente a la formación volcánica aglomerática del Complejo Basal de la isla de Fuerteventura. Los datos analíticos obtenidos confirman la identidad de esta zeolita fibrosa como escolecita.

El análisis químico del mineral pone de manifiesto un elevado contenido en sodio, superior a los que aparecen en la bibliografía para distintas escolecitas y próximo al de mesolita. Los diagramas de difracción de rayos X y análisis térmico diferencial son intermedios a los correspondientes a mesolita y escolecita. Sin embargo, las propiedades ópticas del mineral, la curva termogravimétrica y el espectro de infrarrojo son concluyentes, confirmando la identidad de esta zeolita fibrosa como escolecita.

Palabras clave: Zeolita, Escolecita, Fuerteventura, Islas Canarias.

ABSTRACT

A fibrous zeolite belonging to the agglomeratic volcanic formation is studied by means of chemical analysis, optical microscopy, XR diffraction, differential thermal analysis, thermogravimetry and infrared spectroscopy. The data confirm the identity of this fibrous zeolite as scolecite.

The chemical analysis of this mineral reveals a Na content greater than those cited in the previous bibliographic references of scolecite and closest to the value corresponding to mesolite. The XR Diffraction diagrams and the differential thermal analysis are intermediate between those corresponding to mesolite and scolecite. However, the optical properties of the mineral, the thermogravimetric curve and the infrared spectrum are conclusive and confirm the identity of this fibrous zeolite as scolecite.

Key words: Zeolite, scolecite, Fuerteventura island, Canary Islands.

La Iglesia, A., Fernández Santín, S. y Hernández Pacheco, A. (1990): Escolecita de aglomerados basálticos del Complejo Basal de Fuerteventura. *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 385-390

La Iglesia, A., Fernández Santín, S. and Hernández Pacheco, A. (1990): Scolecite of a basaltic agglomeratic formation of the Basal Complex, Fuerteventura islands. *Rev. Soc. Geol. España*, 3: 385-390

1. INTRODUCCIÓN

La muestra de zeolita que se estudia en el presente trabajo pertenece a una formación volcánica aglomerática del Complejo Basal de la isla de Fuerteventura.

Este Complejo está constituido de forma resumida por las siguientes unidades geológicas: (Coello *et al.*, 1985):

Una secuencia sedimentaria prevolcánica Mesozoica de una potencia total de unos 1400 m que puede di-

vidirse en tres unidades: una inferior, de unos 600 m de potencia de turbiditas terrígenas, calcáreas y mixtas cuya edad es del Cretácico inferior y posiblemente sus unidades más bajas de finales del Jurásico.

Otra intermedia, también turbidítica, de otros 600 m de espesor, exclusivamente terrígena de edad que abarca desde el Cretácico inferior hasta finales del mismo (Albiense).

Otra superior, de lutitas y limolitas que a techo pasan a calizas y margas. Representan sedimentos pelági-

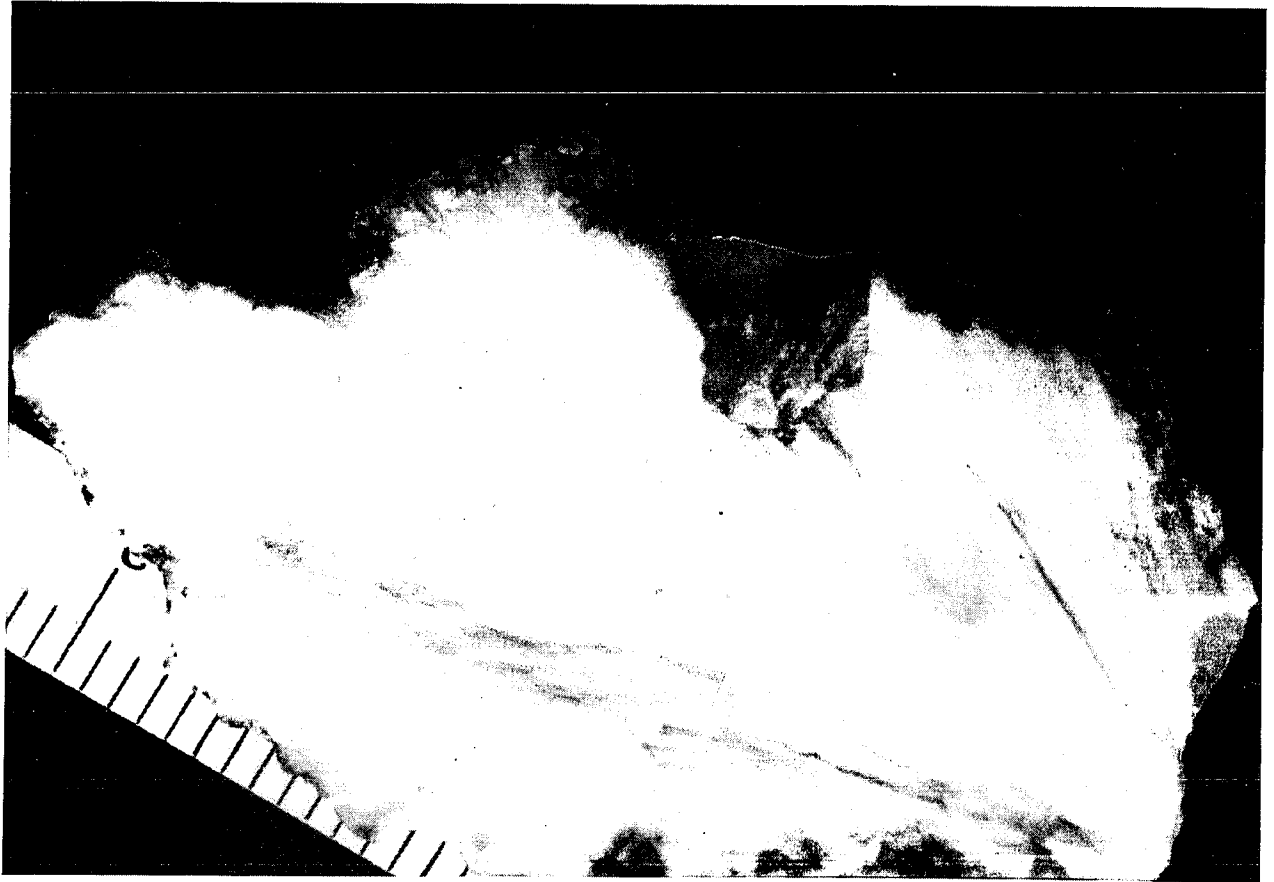


Fig. 1.-Aspecto de un agregado fibroso de escolecita. Se observa su asociación con un macrocristal de calcita.
Fig. 1.-Fibrous scolecite aggregate in association with a calcite macrocrystal.

cos de mar abierto asimismo de edad Albiense (100 M.a.)

A continuación se emplazan materiales volcánicos submarinos de composición basáltica-intermedia con niveles sedimentarios y volcanosedimentarios intercalados, de edad Oligoceno medio-superior (30 M.a.).

Por último, intruyendo en estas unidades existe una serie de complejos filonianos, apófisis y pequeños plutones de rocas hipoabisales subvolcánicas de composición fundamentalmente ultramáfica y máfica, de edades comprendidas entre el Oligoceno y el Mioceno inferior.

El conjunto de este Complejo Basal está limitado a techo por una importante discordancia erosiva de amplitud regional sobre la que se depositaron las Series Volcánicas subaéreas que en la bibliografía se denominan Series Antiguas o Serie I. Estas formaciones volcánicas han quedado actualmente reducidas en la isla a alturas máximas de alrededor de los 800 m (Pico de la Zarza, Jandía). Sobre esta formación se han depositado localmente materiales volcánicos de ciclos Pliocenos y Cuaternarios.

La zeolita estudiada se encuentra en amígdalas y grietas en un aglomerado basáltico perteneciente a la unidad volcánica submarina del Complejo Basal (Formación de Las Herosas), situada en la zona de costa entre Puerto Nuevo y Playa de Las Herosas, al oeste de la Isla.

	% peso	cationes
SiO ₂	47,45	Si....24,214
Al ₂ O ₃	26,68	Al....16,051
Fe ₂ O ₃	tr.	Fe
MgO	-	Mg
CaO	11,07	Ca.... 6,053
Na ₂ O	2,84	Na.... 2,810
K ₂ O	0,11	K..... 0,007
H ₂ O _t	12,61	H ₂ O...21,463
Total	100,76	

$$z \wedge X = 18^{\circ} (\text{Alargamiento negativo})$$

$$2V = 0^{\circ} (-)$$

$$n_x = 1,510$$

$$n_z = 1,518$$

Tabla 1.- Análisis químico, fórmula en cationes en base de 80 oxígenos y propiedades ópticas de la escolecita.

Esta formación fragmentaria ha sido a su vez brechificada por estar en una zona de fracturación impor-

hkl	d(Obs)	d(calc)	I/I ₀
220	6,612	6,620	100
111	5,866	5,866	23
040	4,737	4,739	43
400	4,619	4,624	34
131	4,400	4,401	19
311	4,382	4,379	27
240	4,216	4,218	20
420	4,152	4,156	15
331	3,646	3,643	5
440	3,299	3,301	9
151	3,220	3,224	14
511	3,181	3,186	14
511	3,151	3,159	10
202	3,080	3,083	10
202	3,065	3,066	4
260	2,989	2,989	16
620	2,931	2,932	28
351	2,896	2,900	72
351	2,881	2,888	42
531	2,879	2,878	16
531	2,851	2,857	32
460	2,607	2,608	7
242	2,578	2,574	11
171	2,472	2,477	9
551	2,442	2,444	6
711	2,416	2,420	11
080	2,375	2,375	4
800	2,312	2,312	8
660	2,204	2,207	40
480	2,107	2,109	7

treinta líneas más

Tabla 2.- Datos de difracción de la escolecita de Fuerteventura.

tante. Está recubierta por la rasa marina de edad Plioceno Inferior (entre 4,6 y 5,4 M.a.).

La escolecita es una zeolita característica de ambientes pobres en SiO₂ como es el caso del vulcanismo canario, que es alcalino subsaturado.

En las áreas volcánicas como Islandia en las que se han encontrado abundantes zeolitas a distintos niveles de profundidad se han podido establecer diferentes zonas con asociaciones características de zeolitas, siendo la zona más profunda rica en mesolita y escolecita.

En el caso del Archipiélago Canario la escasez de afloramientos con zeolitas no ha permitido realizar un estudio detallado en este sentido. No obstante con los

datos disponibles hasta la fecha se cumple que en la formación más profunda de la Isla, el Complejo Basal, existe escolecita, en tanto que en la formación superior (Serie I) la zeolita detectada es phillipsita (Fernández Santín, 1969). La calcita acompaña siempre a ambas zeolitas.

Los ejemplares de escolecita se presentan en forma de agregados fibroso-radiales cuyas fibras alcanzan en algunos casos 5 cm de longitud. Presentan un color blanco lechoso aunque las fibras pueden aparecer recubiertas de una ligera pátina parda de óxido de hierro. En algunos casos los agregados fibrosos engloban cristales de calcita de un tamaño próximo a 1 cm (Fig. 1).

El material se ha caracterizado por las siguientes técnicas: análisis químico, microscopía óptica, análisis térmico diferencial, termogravimetría y espectroscopía infrarroja.

2. RESULTADOS EXPERIMENTALES

2.1. Análisis químico.

Para la determinación de sílice, aluminio, calcio y magnesio se ha empleado la fluorescencia de Rayos X. Para la determinación de Na y K la espectrofotometría de emisión. El contenido en agua se ha determinado por termogravimetría. En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis químico y la fórmula calculada en base a 80 oxígenos.

2.2. Microscopía óptica.

Las propiedades ópticas (signo óptico negativo, alargamiento asimétrico negativo, ángulo de extinción y birrefringencia) coinciden plenamente con la escolecita y la diferencian claramente de la mesolita y otras zeolitas fibrosas. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1.

El ángulo de ejes ópticos resulta ser de cero grados en tanto que en teoría debería ser entre 36° y 56° (Deer *et al.*, 1963). Esto probablemente se explica teniendo en cuenta que los cristales monoclinicos constituyen agrupamientos pseudotetraedrales lo que les confiere numerosas anomalías ópticas.

2.3. Difracción de Rayos X

El diagrama de difracción de Rayos X es intermedio al correspondiente a mesolita y escolecita, ya que el alto contenido en Na del mineral altera las relaciones de intensidad de los efectos de difracción. En la tabla 2 se presentan los datos de difracción del mineral.

De acuerdo con Alberti *et al.*, 1982, el diagrama puede ajustarse a una estructura monoclinica de grupo espacial F1 d1, con parámetros de celdilla *a*, *b* y *c* de 18,501, 18,956 y 6,524 Å. y ángulo β de 90,6°, con

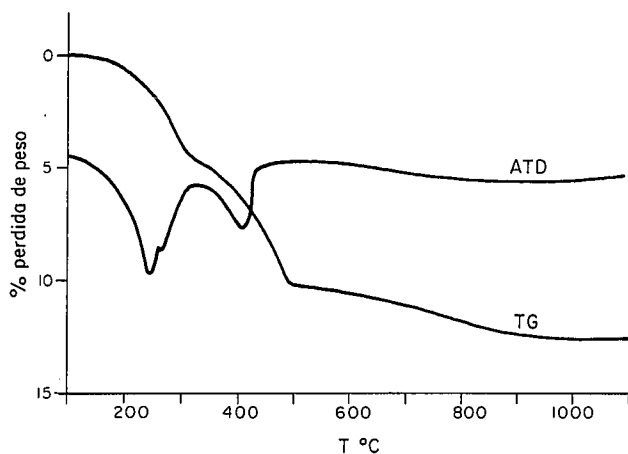


Fig. 2.-Curvas de Análisis Térmico Diferencial (ATD) y Termogravimetría (TG) de la escolecita.

Fig. 2.-Differential Thermal Analysis (DTA) and Thermogravimetry (TG) of Scolecite.

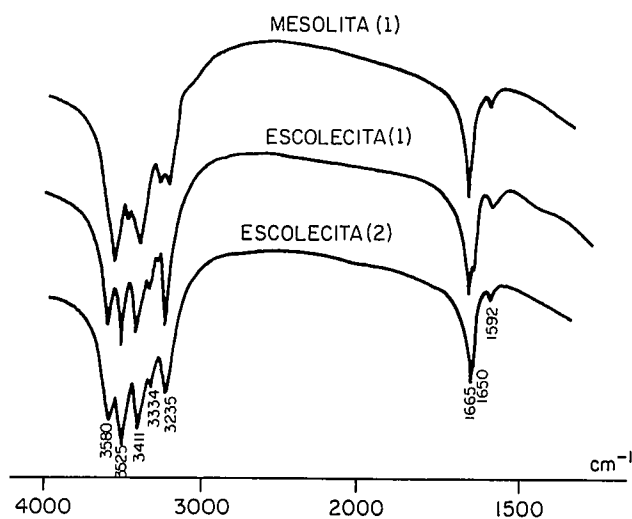


Fig. 3.-Espectros de infrarrojos de mesolita (1) y escolecita (1), (Gottardi y Galli, 1982). La escolecita (2) corresponde al mineral estudiado.

Fig. 3.-Infrared spectra of mesolite (1) and scolecite (1); (Gottardi and Galli, 1982). Scolecite (2) corresponds to the studied mineral.

un volumen de celdilla de 2287,9 Å y con una densidad teórica de 2,243 g/cm³ (los valores recopilados por Deer *et al.*, 1963 para esta magnitud son 2,24 a 2,29). La semejanza de los parámetros *a* y *b* entre si y la proximidad del ángulo β a 90° confirman una estructura pseudotetragonal que puede explicar, como ya se indicó, la anomalía del ángulo de los ejes ópticos.

2.4. Propiedades térmicas

En la Figura 2 se presentan las curvas de análisis térmico diferencial, ATD, y termogravimetría, TG, del mineral.

La curva de análisis térmico diferencial muestra dos

efectos endotérmicos con mínimos a 235° y 406° C. La curva termogravimétrica muestra una pérdida de agua en tres escalones, el primero de los cuales corresponde a la pérdida de un 4,42% y la suma del segundo y el tercero al 8,19% restante.

La curva de ATD del mineral, con dos efectos térmicos entre 200° y 400° C puede corresponder tanto a escolecita como a mesolita (la curva ATD de la natrolita presenta un único efecto endotérmico hacia los 400° C.)

2.5. Espectroscopía de infrarrojos

De acuerdo con Gottardi y Galli (1985) la espectroscopía infrarroja es una técnica muy útil para la identificación de las zeolitas fibrosas. En la Figura 3 se presenta el espectro del mineral de Fuerteventura acompañado de los de mesolita y escolecita publicadas por los citados autores. Los tres espectros son muy similares; en la zona de 1600 cm⁻¹ aparecen vibraciones de deformación de las moléculas de agua zeolítica y consecuentemente en la región 3200-3600 cm⁻¹ aparecen los 6 modos de tensión de dichas moléculas de agua. Precisamente esta región del espectro permite diferenciar natrolita, mesolita y escolecita, ya que en el espectro de mesolita estas bandas aparecen mal definidas.

3. DISCUSIÓN

Como indica la Tabla 1, la muestra estudiada en este artículo, presenta un contenido de sodio por celdilla unidad de 2,810, cifra muy alta si se compara con las fórmulas químicas de escolecita que aparecen en la bibliografía. Así, Alberti *et al.* (1982), presentan fórmulas químicas de este mineral con un contenido máximo en sodio que varía entre 0,70 y 1,36. De la misma forma, la muestra con mayor contenido en sodio recopilada por Gottardi y Galli (1985) contiene 1,40 átomos por celdilla unidad.

Otro parámetro importante para diferenciar escolecita de mesolita es la relación $M/(M+D)$, donde *M* corresponde al contenido de cationes monovalentes por celdilla unidad y *D* al de cationes divalentes. Las escolecitas estudiadas por Alberti *et al.* (1982), presentan una relación $M/(M+D)$ dentro del intervalo 0,001-0,162, las mesolitas se agrupan en el intervalo 0,455-0,517 y las natrolitas en el intervalo 0,771-1,000. Foster (1965) y Hey (1933), delimitan intervalos similares para los tres minerales. La muestra estudiada en este artículo presenta un valor para la relación $M/(M+D)$ de 0,265, más próximo al de escolecita que al de mesolita.

Sin embargo, las propiedades ópticas del mineral son concluyentes, ya que el alargamiento negativo (eje X del elipsoide en la dirección del eje z cristalográfico) es característico de la escolecita a diferencia de las demás zeolitas fibrosas (Deer *et al.*, 1963).

El diagrama de difracción de rayos X de la mues-

tra de Fuerteventura es intermedio al correspondiente a mesolita y escolecita, ya que el alto contenido en sodio de la muestra hace variar los factores de estructura de las reflexiones alterando por tanto las intensidades relativas de las mismas. Así, por ejemplo, las reflexiones 111, 040 y 351 presentan intensidades relativas de 23, 43 y 72 frente a los valores de Alberti *et al.* (1982) de 59, 74 y 40. De todas formas, del diagrama de difracción de rayos X se pueden ajustar unos parámetros *a*, *b* y *c* de 18,501, 18,956 y 16,524 Å, que están muy próximos a los valores medios obtenidos por Alberti *et al.* (1982) para la escolecita.

Las curvas de ATD de mesolita y escolecita son muy similares. Ambas presentan un primer efecto endotérmico alrededor de 200° y un segundo alrededor de 400°C (en algunos ejemplares de mesolita el primer efecto se desdobra en dos). Al ser muy similares las curvas en cuanto a temperatura y magnitud de los efectos, la técnica de ATD es insuficiente para distinguir un mineral del otro.

El comportamiento termogravimétrico de los minerales es muy distinto. Según Van Reeuwijk (1974) y Alberti *et al.* (1982) en la escolecita la pérdida de peso relacionada con el primer endotérmico es aproximadamente el 33% de la pérdida total y la relacionada con el segundo el 66% restante, lo que supone la pérdida de una molécula de agua en el efecto a 230°-250° C y de dos moléculas en el de 390°-410° C. En la mesolita la pérdida de peso relacionada con el primer escalón es aproximadamente el 50% del total y la relacionada con el segundo el 50% restante. El diferente comportamiento de las moléculas de agua en los dos minerales puede explicarse considerando las estructuras de escolecita y mesolita de Adiwidjaja (1972) y Falth y Hansen (1979). En el caso de la escolecita, el primer escalón de la curva TG se debe a la salida de agua situada en posiciones S2, mientras que el segundo escalón se debe a la salida de las moléculas situadas en posiciones S3 y S4. En el caso de la mesolita las cuatro posiciones del agua presentan la misma multiplicidad, lo que supone la salida de dos moléculas de agua de las

posiciones N2 y N2' en el efecto 230°-250° C y las otras dos restantes en el efecto 390°-410° C. Como indica la Figura 3, el primer escalón de pérdida de peso de la muestra de Fuerteventura supone un 35% del total y el segundo el 65% restante, lo que está de acuerdo con el comportamiento de la escolecita ideal.

La diferencia entre las estructuras cristalinas de escolecita, mesolita y natrolita permiten justificar sus distintos espectros de absorción en el infrarrojo. El espectro de la primera se caracteriza por la agudeza y definición de las bandas de tensión, debido a que proceden de moléculas de agua ubicadas en las posiciones estructurales bien definidas S1, S3 y S4. En el caso de la mesolita las bandas de tensión son menos agudas indicando una mayor deslocalización al ser equivalentes las posiciones N1-N1' y N2-N2'. En el espectro de la natrolita aparecen solo tres bandas anchas que ponen de manifiesto la total deslocalización de las moléculas de agua.

4. CONCLUSIONES

Los estudios de microscopía óptica, difracción de rayos X, análisis térmico y espectroscopía de infrarrojo permiten afirmar que la zeolita fibrosa procedente del Complejo Basal de Fuerteventura es una escolecita. Por su alto contenido en sodio, puede ser el mineral con mayor contenido en este elemento descrito hasta ahora en la bibliografía.

Aunque la escasez de afloramientos con zeolitas en las Islas Canarias no permite establecer con precisión la relación entre el tipo de zeolita y la profundidad de la formación que la contiene, lo que se puede afirmar con los datos existentes es que la escolecita aparece en la formación más profunda de las Islas (Complejo Basal) en tanto que en las formaciones superiores la única zeolita citada es la phillipsita. Esto coincide con lo ya descrito en zonas volcánicas más ricas en afloramientos con zeolitas, como es el caso de Islandia.

BIBLIOGRAFÍA

- Adiwidjaja, G. (1972): *Strukturbeziehungen in der Natrolithgruppe und das Entwässerungsverhalten des Skolezits*. Diss. Univ. Hamburg, 156 p.
- Alberti, A., Pongiluppi, D. y Vezzalini, G. (1982): The crystal chemistry of natrolite, mesolite and scolecite. *N. Jb. Mineral. Abh.*, 143, 3: 231-248.
- Coello, J., Cubas, C.R., Hernán, F., Hernández-Pacheco, A. y de la Nuez, J. (1985): *Síntesis de la Actividad Volcánica de las Islas Canarias. Lanzarote y Fuerteventura*. Instituto de Estudios Canarios. La Laguna, 48 p.
- Deer, W.A., Howie, R.A. y Zussman, J. (1963): *Rock-forming minerals*. Longman, Green & Co. Ltd. London, 435 p.
- Falth, L. y Hansen, S. (1979): Structure of scolecite from Pooná, India. *Acta Crystal.*, B35: 1877-1880.
- Fernández Santín, S. (1969): Pegmatitoides en la serie basáltica fisural de las islas de Lanzarote y Fuerteventura. *Estudios Geol.*, 25: 53-100.
- Foster, M.D. (1965): Studies of the zeolites. Composition of zeolites of the natrolite group. *Geol. Surv. Prof. Paper* 504: D1-D7.
- Gottardi, F. y Galli, E. (1985): *Natural Zeolites*. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York, 409 p.
- Hey, M.H. (1933): Studies on the zeolites. Part V. Mesolite. *Min. Mag.*, 23: 421-447.
- Van Reeuwijk, L.P. (1974): *The thermal deshydration of natural zeolites*. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen 74-9. Wageningen, Veenman Zonen.

Recibido el 27 de julio de 1990
Aceptado el 11 de octubre de 1990