

LAS MICROESFERAS DE VALLE MORÍN, ESTADO ARAGUA, VENEZUELA: EVIDENCIAS DE IMPACTO METEORÍTICO.

Guido Paparoni*, Franco Urbani*, Sonia Camero**.

* Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Fac. Ingeniería, UCV.

** Escuela de Metalurgia y Ciencias de los Materiales, Fac. Ingeniería, UCV.

Resumen

En la región de Camatagua, al sureste del pueblo de Valle Morín, en el curso de la quebrada Camatagüita se reconocieron en muestras de lutita carbonática y limolita silíceas, varias microesferas con brillo metálico.

Estas microesferas fueron estudiadas con lupa binocular, microscopía electrónica de barrido y microanálisis químico cualitativo mediante espectroscopía por energía dispersa de rayos X, interpretándose como equivalentes metálicos de microtectitas. El origen por el impacto de un cuerpo extraterrestre de estas microesferas se infiere a partir de evidencias en su morfología superficial y composición química.

Se trata del primer hallazgo documentado en Venezuela de estos corpúsculos. Su posición en el tiempo (Cretácico Tardío), así como la presencia de cuerpos similares y estructuras asociadas en el Caribe, las hace candidatas para continuar estudios posteriores pertinentes, que permitan profundizar sobre su origen y ver sus relaciones con formas similares del área.

Abstract

Various microspheres with metallic luster have been recognized in mudrocks from the Camatagua region, south-east of the Valle Morín town, along the course of the Camatagüita creek.

These microspheres were studied with the aid of a binocular magnifier, scanning electron microscope and semiquantitative energy dispersive X-ray spectroscopy, suggesting them to represent the metallic equivalents of microtektites. The impact related origin is suggested by surface morphology and chemical composition.

This is the first documented find of cosmic microspheres in Venezuela, and because of the age of the rocks in which they were found (Late Cretaceous), as well as the presence of similar bodies and related structures in the Caribbean region, it makes them interesting for further studies that could provide new insight on their origin and relationship with similar bodies in the Caribbean.

Introducción

Durante los trabajos del curso de pregrado de "Geología de Campo", efectuados en los meses de febrero y marzo de 1992 por la UCV, se estudió la región de Camatagua. La cartografía geológica de la zona ubicada al sureste de la población de Valle Morín fue realizada por PAPARONI & STOUFER (1992) y GARCÍA DE LOS SALMONES & MALAVÉ (1992). Esta zona había sido estudiada previamente a escala regional por BELL (1962) (Figs. 1 y 2, coordenadas aproximadas: 9° 50' N; 66° 55' W).

En el mes de febrero de 1993, el primer autor observó dos microesferas separadas de la muestra N° 452 - S, correspondiente a una lodolita silícea de la Formación Mucaria que fuera ubicada en el curso de la quebrada Camatagüita, las cuales mediante previa consulta bibliográfica presumió se tratasen de microtectitas. Una revisión más detallada permitió la separación de 9 microesferas de la muestra N° 452-C, una lutita carbonática posiblemente proveniente de una zona de transición entre las formaciones Querecual y Mucaria. A continuación y conjuntamente con los coautores, se decidió realizar un estudio encaminado a caracterizar las microesferas. Se debe hacer notar que este estudio constituye el primer hallazgo documentado en Venezuela de estos corpúsculos.

Según BELL (1962), la edad de la Formación Mucaria ha sido asignada al Campaniense-Maastrichtiense, consistiendo su litología principalmente de limolitas silíceas "lajosas" intercaladas con lutitas muy físciles y calizas afaníticas así como también algunas capas de caliza dolomítica y arenisca, mientras que la Formación Querecual se compone de calizas afaníticas, lutitas calcáreas y no calcáreas, y calizas faníticas.

Metodología

Las muestras de roca argilácea fueron tratadas para su posible separación de microfauna. Para ello fueron disgregadas utilizando un mortero y tratadas con peróxido de hidrógeno. El material

resultante fue revisado utilizando una lupa binocular, observando las microesferas objeto de este estudio muy conspicuas por su brillo metálico-tornasolado. Las microesferas observadas fueron separadas utilizando la cerda de un pincel y fijadas en una lámina micropaleontológica.

Posteriormente se efectuó un estudio por microscopía electrónica de barrido (MEB) a fin de detallar la morfología superficial y al mismo tiempo se realizó la determinación química semicuantitativa, utilizando para ello un análisis general y dos análisis puntuales por esfera, a través de espectroscopía por energía dispersa de rayos X (EDX). Estos estudios fueron realizados en 8 de las microesferas de la muestra N° 452-C.

Resultados

En base a la morfología superficial (Figs. 3 y 4) y a la composición química semicuantitativa de las microesferas (Tabla 1), éstas se clasificaron como sigue:

Grupo 1: lo conforman las microesferas N° 1 a 4 (Figs. 3 y 4) las cuales, texturalmente, presentan una tendencia a "descascararse" profusamente y su superficie posee particiones preferenciales que separan láminas concéntricas con por lo menos dos lados rectos. Químicamente están compuestas mayoritariamente por Fe y O por lo cual se las interpreta como constituidas por óxidos-hidróxidos de hierro (Tabla 1, Fig. 5a)

Grupo 2: se encuentra conformado por las microesferas 5 y 6 (Fig. 3-4) las cuales se presentan probablemente huecas y con una limitada tendencia a descascararse. Así mismo la N° 5 posee estriaciones que permanecen a lo largo de las láminas concéntricas y la N° 6 presenta forma de gota, mostrando una textura dendrítica en la parte central-izquierda (Fig. 4). La composición química es muy similar a la mostrada por el primer grupo (Tabla 1).

Grupo 3: este es el más conspicuo ya que cada esfera parece estar conformada a su vez por un agregado de otras esferas más pequeñas, las cuales se tocan entre sí formando una morfología casi hexagonal y presentando pequeños "poros" (Fig. 4, N° 7 y 8; Fig. 6b). Químicamente destaca el Ti como elemento mayoritario acompañado por O, Fe, Mn y cantidades menores de Ca, Si y Al (Tabla 1, Fig. 5b). La composición mineralógica interpretada para estas esferas se discutirá posteriormente.

Interpretaciones

La interpretación genética mas probable que se tiene de estas esferas es que constituyen equivalentes metálicos de microtectitas. Las tectitas y microtectitas se derivan de la fusión y/o vaporización parcial o total de un cuerpo celeste y de las rocas de la corteza terrestre involucradas en un impacto (TAYLOR & BROWNLEE 1991). Este material vaporizado es condensado posteriormente, formando cuerpos generalmente con ablación aerodinámica, y microesférulas con tamaños comprendidos entre 2 y 0,025 mm. El origen también ha sido atribuido a la fusión de partículas y cuerpos interplanetarios en la atmósfera terrestre. Las composiciones más comunes encontradas en microesferas de origen cósmico en el registro geológico son (TAYLOR & BROWNLEE, 1991): 1. Esférulas con Fe (magnetita + wustita intersticial), algunas con perlas (inclusiones) de Fe-Ni; 2. Esférulas de vidrio anhidro, algunas con inclusiones de FeO dendrítico (microtectitas y microcristitas) y 3. Esférulas rocosas con composiciones de olivino, magnetita y vidrio. Así mismo muchas esferas han sido alteradas a minerales como hematita, goyacita, caolinita, etc.

Esta interpretación se sustenta, además de la similitud morfológica y química de estas esferas con las microesferas de origen cósmico descritas en la literatura, en dos características observables en las microesferas del tercer grupo, a saber:

La primera corresponde a la textura que se presenta en las esferas del Grupo 3, que es muy similar a la que se observa en productos cerámicos y materiales compuestos fabricados por el proceso de sinterización (WU, 1986). La figura 6a muestra la textura que se produce entre tres esferas que intercambian material por medio de difusión atómica y la figura 6b muestra la textura observada en la microesfera 7. Si esta es la interpretación correcta para explicar la textura descrita, y conociendo que ocurre a temperaturas y presiones muy altas, se considera que estas condiciones se podrían esperar perfectamente en un impacto meteorítico.

La segunda corresponde a la composición observada. Composiciones como ésta podrían tener cualquier origen por homogeneización de granos minerales y más aún si actúa el proceso de sinterización. Ahora bien, se conoce una asociación de minerales con este rango composicional, con la estructura de la pseudobrookita (BOWLES, 1988; EDGAR *et al.*, 1992). Uno de estos minerales, encontrado en el primer aterrizaje lunar, es la armalcolita (Fe, Mn, Ca, Mg)Ti₂O₅, la cual forma solución sólida con otros miembros. Este mineral se conoce de meteoritos, muestras lunares

asociadas a impactos meteoríticos y muestras terrestres. La composición observada podría corresponder a este mineral de alta presión y temperatura, aunque para precisar su afinidad se hace necesario un análisis químico cuantitativo así como difracción de rayos X en las microsferas del grupo 3.

Si una vez realizados los estudios complementarios se encontrara que las esferas del grupo 3 estuviesen constituidas mayoritariamente por armalcolita y que su morfología responde a procesos de sinterización, la causa más probable de su generación sería un impacto meteorítico, ya que se presentarían al mismo tiempo las condiciones de temperatura y presión necesarias para la estabilidad de la armalcolita (>8Kb y >1000 °C) y la actuación del proceso de sinterización.

Al mismo tiempo, se podría inferir que las microsferas pertenecientes a los otros dos grupos, muy probablemente tendrían un origen cogenético debido a que se encontraron en el mismo nivel estratigráfico.

Debe hacerse notar que en el límite Cretácico-Terciario, se conoce un gran astroblema de 180 Km de diámetro en la península de Yucatán denominado como "estructura de Chicxulub" así como depósitos de microtectitas en el límite K-T en la isla de Haití (HILDEBRAND *et al.*, 1991; KRING 1991) (Fig. 1). De verificar la presencia adicional de microsferas en otras regiones de Venezuela donde afloran secuencias del Cretácico Tardío, estas microsferas en conjunto con las evidencias descritas para el Caribe, podrían ampliar el área del campo de tectitas del Caribe.

Conclusiones

- Las microsferas observadas en este estudio se interpretan como equivalentes metálicos de microtectitas.
- Para su formación, se favorece la hipótesis de un impacto extraterrestre, debido a la presumible actuación del mecanismo de sinterización y a la probable presencia de armalcolita.

Recomendaciones

- Identificar en los niveles estudiados fragmentos líticos y/o granos de cuarzo en busca de posibles evidencias de metamorfismo de impacto (shocked quartz), para poder aseverar la existencia de material proveniente de un impacto meteorítico.
- Estudio químico cuantitativo por microsonda de electrones, para afinar las comparaciones con materiales descritos en la literatura.
- Montar en epoxy algunas esferas del grupo 1 y realizar secciones transversales a fin de determinar si poseen perlas de Ni-Fe en su interior, lo cual favorecería un origen extraterrestre.
- Se sugiere a los profesionales de la micropaleontología, reportar observaciones de este tipo de microsferas, a fin de aumentar el conocimiento de las mismas.
- Realizar un estudio conjunto con profesionales especialistas en el campo.

Bibliografía

- BELL, J.S., 1962. Geología de la Región de Camatagua, Edo. Aragua, Venezuela. *Bol.Geol.* 9:(18) : 291 - 440.
- BOWLES, J.F.W., 1988. Definition and range of composition of naturally occurring minerals with the pseudobrookite structure. *Amer. Mineral.*, 73 : 1377 - 1383.
- EDGAR A.D., H.E. CHARBONNEAU & R.H. MITCHELL, 1992. Phase relations of an Armalcolite-Phlogopite Lamproite from Smoky Butte, Montana: Application to Lamproite Genesis. *Jour. Petrol.*, 33 (3): 505 - 520.
- GARCÍA DE LOS SALMONES, L. & L. MALAVE, 1992. Geología de la Región de Valle Morín, Estado Aragua. *UCV, Depto. Geol., Informe "Geología de Campo"*, Inédito.
- HILDEBRAND, A.R.; G.T. PENFIELD; A.K. KRING; M. PILKINGTON; A. CAMARGO Z., & S.B. JACOBSEN, 1991. Chicxulub Crater: A possible Cretaceous/Tertiary boundary impact crater on the Yucatán Peninsula, Mexico. *Geology*, 19: 867 - 871
- PAPARONI, G. & S. STOUFER, 1992. Geología de la Región de Camatagua al sureste de Valle Morín, Estado Aragua. *UCV, Depto. Geol., Informe "Geología de Campo"*, Inédito.
- KRING, D.A. & W.V. BOYNTON, 1991. Altered spherules of impact melt and associated glass from the K/T boundary sediments in Haiti. *Geochim. et. Cosmochim. Acta.*, 55 : 1737 - 1742.
- TAYLOR, S. & D.E. BROWNLEE, 1991. Cosmic spherules in the geologic record. *Meteoritics*, 26 : 203 - 211.
- WU, S., 1986. Sintering additives for Zirconia Ceramics. *Research Reports in Materials Science*, The Parthenon Press, p.10.

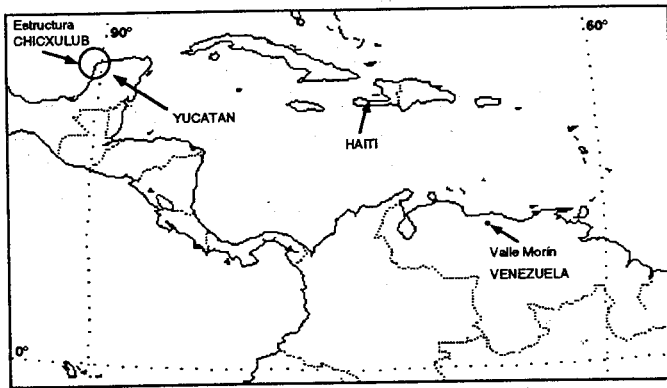


Figura 1: Mapa del Caribe mostrando la ubicación del área de estudio así como otras zonas en donde se han realizado estudios relacionados.

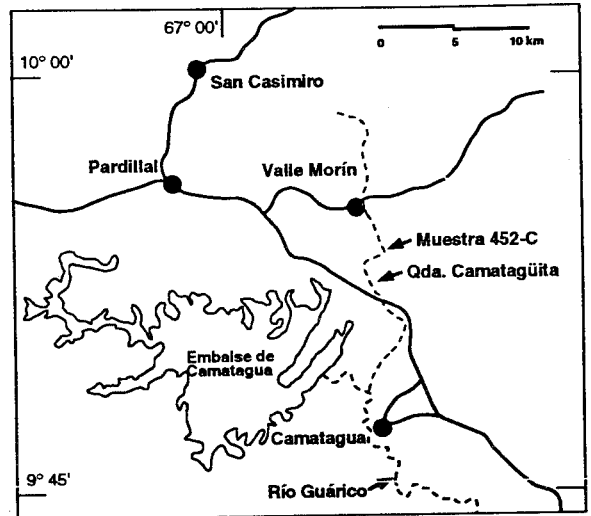


Figura 2: Mapa de ubicación de la región de Camatagua. Véase la ubicación del pueblo de Valle Morín así como de la Qda. Camatagüita.

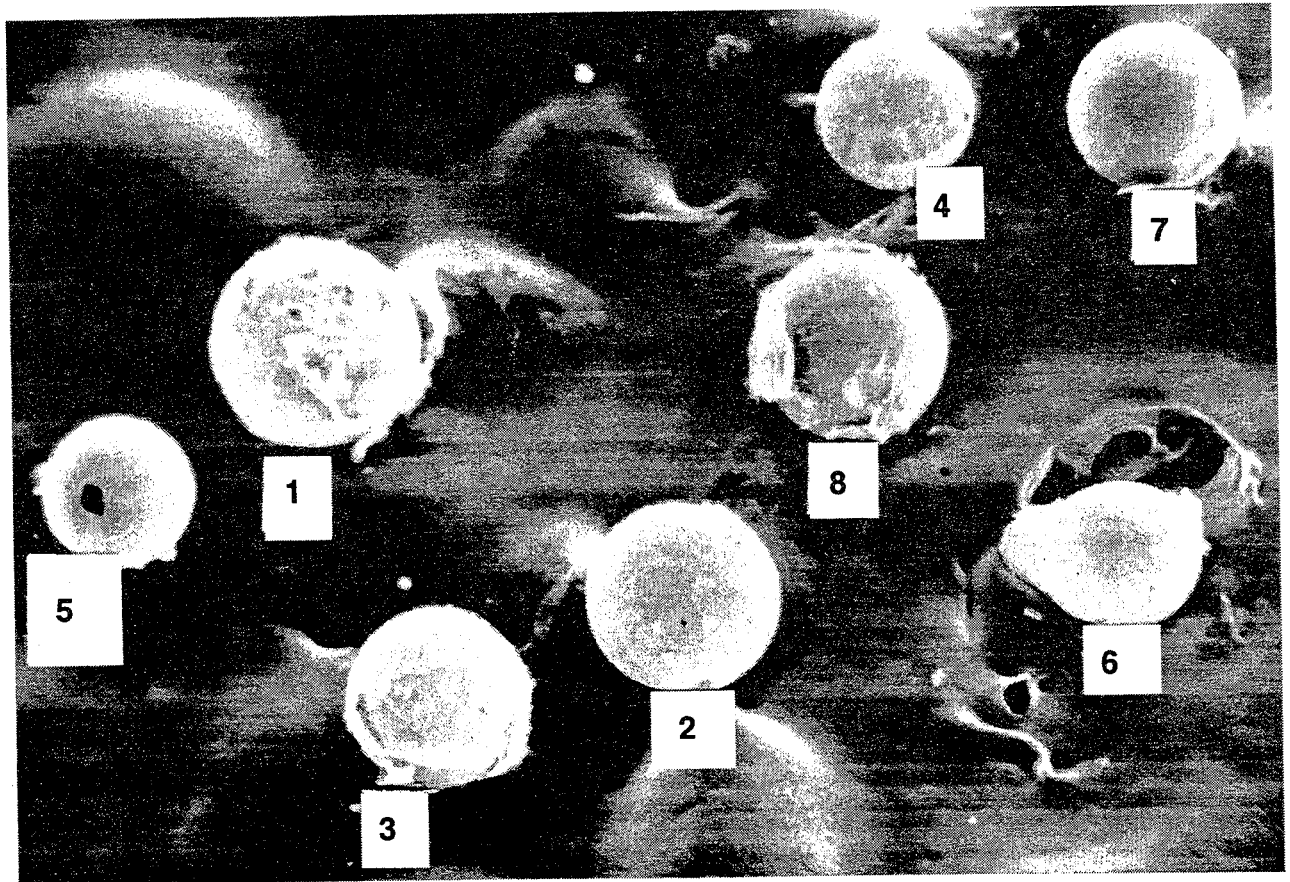


Figura 3: Aspecto general de las microsferas bajo MEB. El relieve irregular del fondo se debe al material adherente utilizado en el montaje de las muestras.

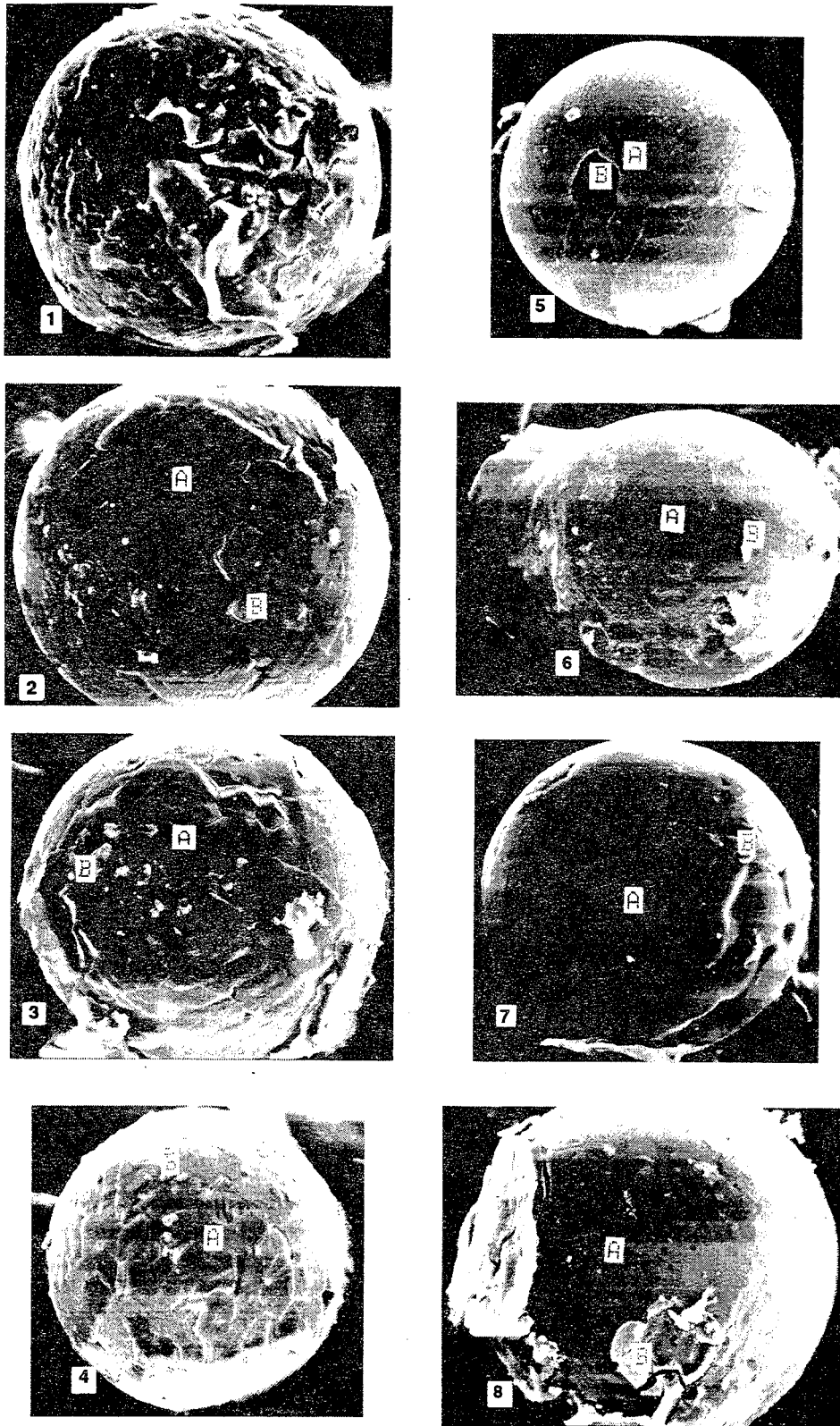


Figura 4: Morfología de las microsferas vistas con MEB. Las letras A y B corresponden a los lugares de las mediciones puntuales EDX.

0,1 mm = 100 μ m

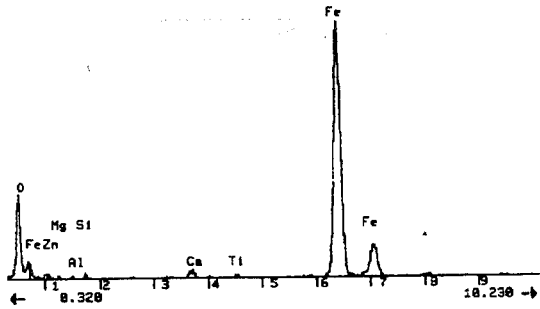


Figura 5a: Espectro EDX general de la esfera 4. Las esferas de los grupos 1 y 2 muestran espectros similares.

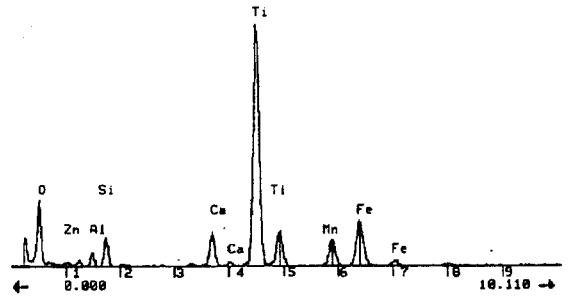


Figura 5b: Espectro EDX general de la esfera 7. La esfera 8 muestra un espectro similar.

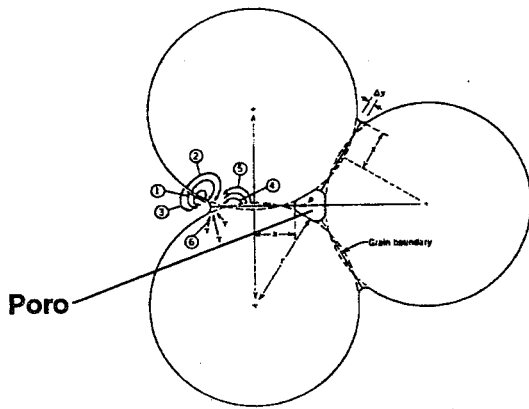


Figura 6a: Textura mostrada por 3 esferas unidas mediante sinterización (WU, 1986).

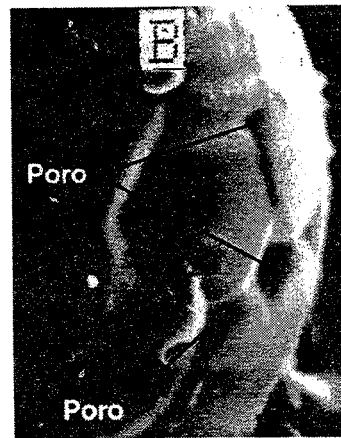


Figura 6b: Detalle de la textura mostrada por la microesfera 7.

	GRUPO 1				GRUPO 2		GRUPO 3	
Esf	1	2	3	4	5	6	7	8
Si	2	1	1	1	-	-	7	15
K	1	Tr	Tr	-	-	-	-	3
Ca	4	1	1	2	1	1	6	5
Fe	91	96	94	94	97	90	17	10
Cu	2	2	2	-	2	2	-	-
Zn	Tr	Tr	Tr	Tr	-	1	Tr	Tr
Mg	-	-	-	2	-	-	-	3
Al	-	-	-	1	-	Tr	4	-
Ti	-	-	-	Tr	-	2	56	53
Na	-	-	2	-	-	4	-	-
Mn	-	-	-	-	-	Tr	10	11

Tabla 1: Porcentajes atómicos semicuantitativos de los elementos metálicos en cada una de las microesferas, recalculados al 100%.