

# Micas Detríticas Transformadas a Interestratificados I/S en un Contexto de Diagénesis Incipiente. "Reacciones Contracorriente"

/ XABIER ARROYO REY (1, \*), JAVIER ARÓSTEGUI GARCÍA (1), FERNANDO NIETO GARCÍA (2)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad del País Vasco/E.H.U., Apartado 644, 48080, Bilbao (España)

(2) Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra y Departamento de Mineralogía y Petrología. Universidad de Granada-CSIC 18002, Granada(España)

## INTRODUCCIÓN.

La serie de transformación de minerales de la arcilla dioctaédricos más estudiada a lo largo de las últimas décadas ha sido sin duda la transición de esmectita a illita (mica) a través de interestratificados illita/esmectita (I/S). La mayor parte de los trabajos que han abordado esta transformación se han centrado en la illitización de la esmectita, encontrándose muy pocas referencias acerca del estudio de la reacción inversa en la que la illita (mica) se transforma en esmectita o I/S.

Los datos de HRTEM incluidos en este trabajo muestran el comienzo de la transformación de micas detríticas hacia interestratificados I/S en una serie de muestras margosas correspondientes a un grado de diagénesis poco profunda. Este estudio se enmarca dentro de las investigaciones llevadas a cabo para conocer la evolución diagenética de la serie carbonatada de edad Cretácico Superior, situada en la zona central del Surco Alavés, dentro de la Cuenca Vasco-Cantábrica (Arroyo y Aróstegui, 2006; Arroyo et al., 2006 y 2007). Las muestras pertenecen tanto al estadio R0 de illitización de la esmectita como al R1.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio preliminar mediante técnicas convencionales de difracción (etilenglicol, saturación con cationes, glicerina, test de Greene-Kelly, d(060), etc) de las muestras margosas estudiadas en este trabajo indica una mineralogía de arcillas muy heterogénea compuesta por esmectita (interestratificado I/S de orden R0), I/S tipo R1, illita, caolinita, clorita e interestratificados clorita/esmectita.

Mediante la medida del espaciado (060) se ha podido determinar el carácter predominantemente beidellítico de la esmectita.

Las muestras para el estudio de microscopía electrónica de transmisión se han preparado siguiendo el procedimiento de Kim et al. (1995), mediante el cual las muestras estudiadas se impregnan con resina L.R. White para evitar parcial o totalmente el colapso de las interláminas esmectíticas ante el haz electrónico incidente. Los aros adelgazados preparados se han analizado con un equipo Philips CM20 STEM equipado con un detector de

estado sólido de dispersión de energía de rayos X (EDAX) y un voltaje de 200 kV (C.I.C. Universidad de Granada).

Los datos que se presentan a continuación se han obtenido mediante la correlación de las imágenes de alta resolución, difracciones electrónicas (SAED) y microanálisis (AEM).

## RESULTADOS.

Las imágenes de TEM muestran que las margas presentan una textura formada por grandes cristales de calcita y cuarzo (>2µm) distribuidos desordenadamente dentro de una matriz arcillosa en la que

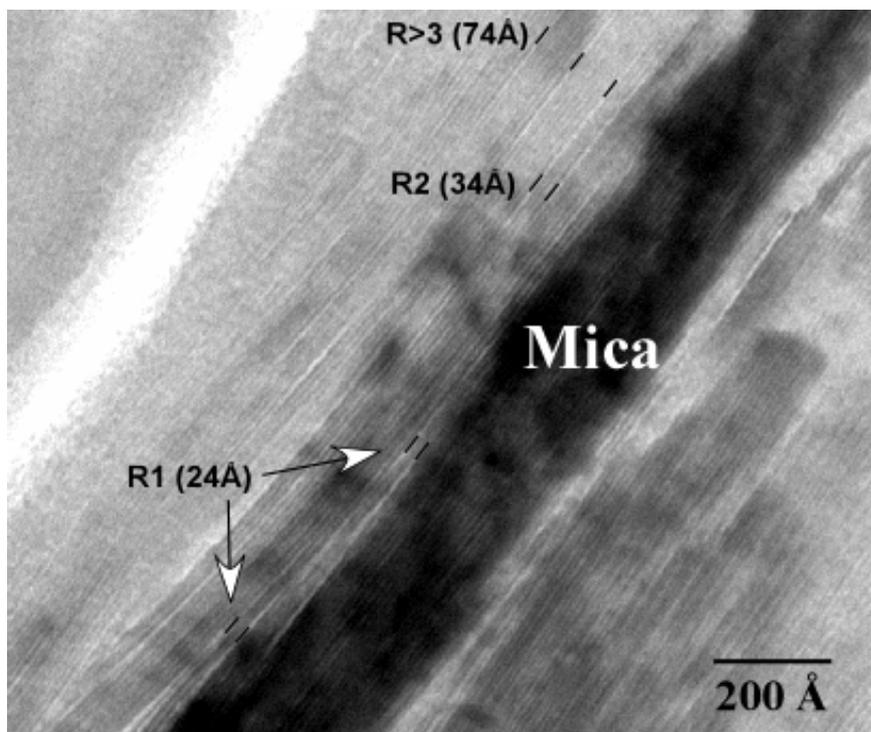


fig 1. Imagen reticular, obtenida mediante TEM, que muestra la relación genética entre un grano de mica detrítico y paquetes bien definidos de interestratificados ordenados de illita/esmectita (R1, R2 y R>3). Los espaciados de los paquetes de I/S vienen indicados en angstrom (Å). R1 (24Å): 10Å Ill + 14Å Sm, R2 (34Å): 2x10Å Ill + 14Å Sm. R>3 (74Å): 6x10Å Ill + 14Å Sm.

**palabras clave:** Reacciones contracorriente, Retrodiagénesis, I/S, Mica.

**key words:** Back-reaction process, retrograde diagenesis, I/S, Mica.

predominan los filosilicatos. Las fases arcillosas encontradas en el estudio textural coinciden con las determinadas previamente mediante difracción de rayos X.

Las micas detríticas aparecen en todas las muestras estudiadas con características muy similares, por las que son fácilmente reconocibles. Muestran grandes dominios coherentes (>1000Å) con la típica textura moteada y un alto contenido en potasio (cerca a 1 a.f.u.). Sin embargo, muchos de los granos analizados presentan signos evidentes de alteración ya sean debidos a transporte, meteorización o diagénesis. El politipo dominante en las micas es el 2M aunque el 1Md está también presente en cantidades considerables.

Observando con detenimiento los bordes de grano de las micas detríticas, se aprecia como en determinados casos éstos se han transformado parcialmente a interestratificados I/S de tipo R1, R2 o R>3 (Fig. 1). Esta transformación coexiste tanto temporal como espacialmente con la transformación normal progradante de esmectita hacia illita que se observa simultáneamente en todas las muestras estudiadas.

#### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

La transformación de capas micáceas en interestratificados I/S ordenados, pone de manifiesto la posibilidad de que la mica inicie un proceso inverso al tradicionalmente conocido como *illitización*, ya durante estadios de diagénesis muy incipientes. Proponemos denominar a estas transformaciones ocurridas en un contexto general progradante de la muestra, "*reacciones contracorriente*" (equivalente al término inglés "*back-reaction process*"). Es importante poner de manifiesto la diferencia entre este término y la "*retrodiagénesis*" (Nieto et al. 2005), que implica la transformación de minerales de mayor grado a asociaciones de menor grado a través de procesos normalmente promovidos por fluidos. El contexto general de las fases formadas por retrodiagénesis es retrogrado, mientras que el de las reacciones contracorriente, aquí descritas, es progrado. Esto quiere decir que aumentan las condiciones termodinámicas en la evolución diagénica normal con la profundidad.

Se puede concluir por tanto que los interestratificados I/S pueden producirse en condiciones diagénicas por reacciones progradantes tanto a través de la transformación clásica de esmectita a illita, como mediante "*reacciones contracorriente*" en las que la mica detrítica evoluciona hacia fases típicas de menos grado.

La coexistencia de interestratificados I/S de distinta génesis en una misma muestra, únicamente se puede reconocer a través de la observación de las relaciones texturales existentes entre los filosilicatos, por ejemplo mediante HRTEM. Este hecho es muy importante, ya que la presencia simultánea de fases heterogéneas y metaestables es muy habitual debido a que los procesos de transformación a baja temperatura están generalmente gobernados por la regla de Ostwald, lo que produce una mezcla a nivel de muestra de fases correspondientes a diversas condiciones de estabilidad.

#### AGRADECIMIENTOS.

Agradecemos a M.M. Abad Ortega del Centro de Instrumentación Científica de la Universidad de Granada la ayuda prestada en el uso del HRTEM y AEM. Este trabajo ha sido financiado mediante una beca del Gobierno Vasco (PFIDEUI) y a través del Proyecto de Investigación CGL2007-66744-C02-01/BTE (Ministerio de Ciencia e Innovación).

#### REFERENCIAS.

- Arroyo, X. y Aróstegui, J. (2006): *Magnitud y localización de la carga en láminas 2:1 expansibles de 2 muestras diagénicas del Cretácico Superior del Surco Alavés (Cuenca Vasco-Cantábrica)*. En "Materiales Arcillosos: de la Geología a las Nuevas Aplicaciones", Ed. M. Suárez, M.A. Vicente, V. Rives y M.J. Sánchez, 139-150.
- \_ y Nieto, F. (2006): *Estudio comparativo mediante XRD-HRTEM-AEM del componente expansible de interestratificados I/S tratados con iones n-alquilamonio*. *Macla*, **6**, 69-71.
- \_ & \_ (2007): *TEM textural study of the illite/smectite system evolution in marls from the Basque-Cantabrian Basin, Spain: Transition from R0 to R1 diagenetic stages of smectite illitization*. In "Diagenesis and low-temperature metamorphism. Theory, methods and regional aspects", Nieto, F. & Jiménez-Millan, J., ed. *Seminarios de la SEM*, **3**, 101.
- Kim, J.W., Peacor, D.R., Tessier, D. & Elsass,

F. (1995): *A technique for maintaining texture and permanent expansion of smectite interlayers for TEM observations*. *Clays and Clay Minerals*, **43**, 51-57.

Nieto, F., Pilar Mata, M., Bauluz, B., Giorgetti, G., Árkai, P. & Peacor, D.R. (2005): *Retrograde diagenesis, a widespread process on a regional scale*. *Clay Minerals*, **40**, 93-104.