

Caracterización mineralógica de arcillas fibrosas de los alrededores de Pecharromán (Segovia. Sector meridional de la cuenca del Duero)

V. Vivar⁽¹⁾, M. Pozo⁽²⁾ y J.M. Baltuille⁽¹⁾

(1) Área de Rs. y Min. Industriales. Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
E-mail: v.vivar@igme.es

(2) Dpto. Química Agrícola, Geología y Geoquímica. Universidad Autónoma de Madrid (UAM). 28049 Cantoblanco (Madrid)
E-mail: manuel.pozo@uam.es

RESUMEN

Se han estudiado, desde el punto de vista mineralógico, 48 muestras seleccionadas de sondeos realizados en depósitos sedimentarios del sector meridional de la cuenca del Duero, concretamente en los alrededores de Pecharromán, provincia de Segovia, poniéndose de manifiesto la presencia de dos tipos de arcillas: con minerales fibrosos y sin minerales fibrosos. Estos dos tipos de arcillas se distribuyen en cuatro asociaciones mineralógicas diferentes, establecidas según el contenido y tipo de filosilicatos. Así se interpretan como minerales fibrosos, sepiolita y palygorskita, originados mediante procesos de neoformación o transformación respectivamente, y como minerales heredados no fibrosos: illita, caolinita y esmectita. La disposición de las diversas asociaciones mineralógicas diferenciadas, permiten reconocer dos secuencias. Con éstas, se ha establecido una relación entre las asociaciones de los minerales de la arcilla y las litofacies presentes, con el fin de conocer mejor la evolución y mecanismos de formación de estos minerales fibrosos.

Palabras clave: Cuenca del Duero, modelo de formación, Palygorskita, Sepiolita

Mineralogical characterization of fibrous clays near Pecharromán (Segovia. Southern part of the Duero Basin)

ABSTRACT

Forty-eight samples from selected boreholes belonging to sedimentary deposits from the Duero Basin (Pecharroman, Segovia Province) have been studied. Results point out the presence of two kind of clays: with fibrous minerals and without them. These two clays occur in four different associations, established according to the content in phyllosilicates and their composition. In this way, sepiolite and palygorskite are interpreted as neofomed and transformed fibrous clays, respectively. On the other hand, illite, smectite and kaolinite are considered inherited minerals. The situation of the different mineralogical assemblages, allows us to establish two sequences linking the clay mineral assemblages and lithofacies. The aim is a better understanding of the formation mechanisms and evolution of these fibrous clay minerals.

Key words: Duero Basin, formation model, Palygorskite, Sepiolite

Introducción

El objetivo de este trabajo es el de caracterizar la mineralogía de las arcillas fibrosas incluidas en los materiales terciarios continentales, de edad miocena, de los alrededores de Pecharromán, Segovia (fig. 1). Las 48 muestras seleccionadas de los sondeos realizados en la zona, pertenecen, en su mayoría, a la Facies de las Cuestas, descritas por Hernández Pacheco (1915).

Estas facies están constituidas, en esta zona, por margas dolomíticas a dolomítico-calcáreas, de aspec-

to masivo, con intercalaciones de bancos de caliza. En determinados sectores, las margas dan paso a niveles lutíticos formados por arcillas fibrosas, objeto de este estudio, de colores negros, blancos e incluso rojizos, con frecuente aspecto "hojoso" (cuero de montaña). Generalmente, estos niveles se encuentran asociados a lutitas masivas y laminadas, que han sufrido diversos procesos edáficos y diagenéticos, como ponen de manifiesto la presencia de restos orgánicos, rizocreciones, pseudomorfo de yeso calcitizados y nódulos de carbonatos.

Los estudios mineralógicos sobre la Cuenca del

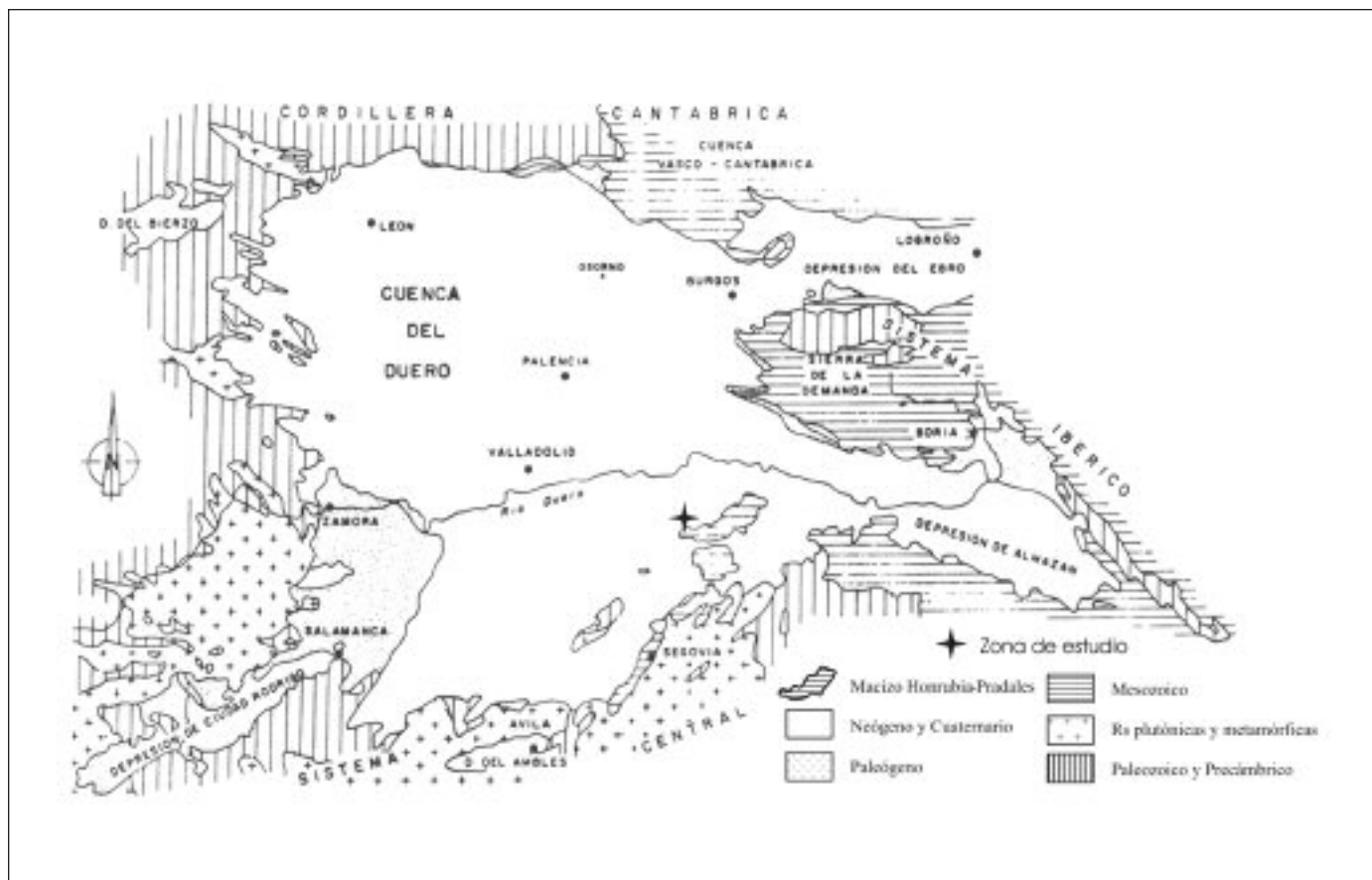


Fig. 1. Localización de la zona estudiada
 Fig. 1. Location of the studied zone

Duero aportan, en general, muy poca información sobre este tipo de arcillas. Entre los trabajos que abordan el estudio de arcillas con minerales fibrosos en esta zona y sus proximidades, cabe destacar los de Martín Pozas *et al.* (1983) en afloramientos situados entre Sacramenia y Pecharromán; Suárez (1992) y Suárez *et al.* (1989, 1993 y 1994) en el yacimiento de palygorskita de Bercimuel (Segovia); Pozo (1987), Pozo y Caramés (1983) y Pozo y Leguey (1990) en afloramientos del sector central de la Cuenca del Duero (Valladolid).

Materiales y métodos experimentales

Las muestras estudiadas se han obtenido gracias a una campaña de sondeos que realizó el Grupo TOLSA, S.A. entre los años 1985 y 1986.

Tras realizar un estudio preliminar, se escogieron 9 sondeos, de los que se seleccionaron 48 muestras para realizar los análisis mineralógicos en el laboratorio.

El análisis mineralógico se ha basado, fundamentalmente, en el estudio de las muestras por Difracción de Rayos X (DRX). En la determinación de las fases minerales presentes en las muestras estudiadas, se ha llevado a cabo el método de polvo policristalino para la fracción total en 48 muestras. Para el estudio de la fracción arcillosa (<2 µm), se han seleccionado 31 muestras, que se estudiaron en agregados orientados tratados con etilenglicol y calcinados a 550°C.

Resultados y discusión

Al estudiar cualitativamente los difractogramas de la muestra total, se establecieron cuatro asociaciones mineralógicas basándose, fundamentalmente, en el contenido de filosilicatos (Tabla 1).

En cuanto a los datos obtenidos en los agregados orientados de la fracción arcilla, se observa la presencia de dos tipos de minerales: fibrosos y no fibrosos. Estos dos tipos de arcillas están presentes en las cuatro asociaciones mineralógicas obtenidas.

Asociación	Minerales
1	Filosilicatos (Sep>>Pal), Carbonatos (Cal>Dol)
2	Filosilicatos (Pal y en ocasiones indicios de Sep), Carbonatos (Dol>>Cal)
3	Filosilicatos (Ill, Caol), Carbonatos (Dol >> Cal)
4	Filosilicatos (Ill, Caol, Esmect, indicios de interestratificados), Carbonatos (Dol>Cal)

Tabla 1. Resumen de las asociaciones mineralógicas obtenidas cualitativamente
 Table 1. Summary of the obtained mineralogical assemblages qualitatively

Así se interpretan como arcillas fibrosas la asociación 1, compuesta por sepiolita principalmente y, en ocasiones, indicios de palygorskita y la asociación 2, compuesta por palygorskita, con algún indicio de sepiolita.

En cuanto a las arcillas no fibrosas, forman parte de la asociación 3, compuesta por illita y caolinita exclusivamente, y de la asociación 4, formada por illita, caolinita, esmectita e indicios de interestratificados. Estas dos asociaciones, además, contienen cantidades notables de detriticos (cuarzo y feldespatos).

Es necesario destacar que las muestras poseen altos porcentajes de carbonatos, predominando la dolomita frente a la calcita, quedando esta última subordinada. No obstante, en general, no hay niveles dolomíticos o calcíticos muy puros, ya que siempre aparece un contenido muy amplio de filosilicatos y, en mayor o menor proporción, cuarzo, feldespatos y calcita.

Comparando los resultados de todos los sondeos estudiados, se observan dos secuencias bastante claras (fig. 2), que relacionarían las diferentes asociaciones mineralógicas obtenidas. Estas secuencias siempre comienzan con niveles formados por arcillas no fibrosas y finalizan con niveles constituidos por arcillas fibrosas. Así, la secuencia 1, relaciona las asociaciones 4 y 1 (illita, caolinita ± esmectita → sepiolita ± palygorskita), y la secuencia 2 las asociaciones 3 y 2 (illita, caolinita (± esmectita) → palygorskita ± sepiolita).

Conclusiones

Los minerales recogidos en las asociaciones 3 y 4, pertenecientes a las arcillas no fibrosas y el origen del Mg²⁺ y Ca²⁺, tan abundantes en todas las muestras estudiadas, se interpreta como resultado de la entrada periódica de aportes que introducen aguas y minerales heredados, procedentes del área madre situada en la Sierra de Honrubia-Pradales, que bordea por el SE la zona de estudio. Una interpretación similar fue propuesta por Pozo y Leguey (1990) en el sector de Tudela de Duero (Valladolid).

Tras el depósito del sedimento (llanura lutítica) y la implantación de condiciones más restringidas, con encharcamiento y escaso drenaje, se propicia la formación de paleosuelos hidromórficos y calcimorfos. Esto trae como consecuencia unas condiciones favorables para la hidrólisis o disolución de materiales detriticos (cuarzo, feldespatos, micas) y la consiguiente concentración de elementos solubles disueltos en medio acuoso, dando como resultado un incremento del pH (basificación).

Por otro lado, el ambiente lacustre-palustre interpretado para la zona de estudio, las variaciones periódicas en el nivel de los lagos y la implantación de procesos edáficos (paleosuelos) y diagenéticos (dolomitización-dedolomitización), son responsables de la formación de los carbonatos identificados, especialmente de la dolomita.

La formación de sepiolita en etapas de aridez más acusada sería de tipo intrasedimentario, similar a la descrita por Pozo (1987) y Pozo y Martín de Vidales (1989) en facies similares. Las condiciones físico-químicas para la precipitación de sepiolita en condiciones de presión y temperatura normales (Siffer et Wey, 1962; Wollast *et al.*, 1968), requiere una alcalinidad alta, con pH > 8 (básico), y actividades de sílice y magnesio suficientes para superar su producto de solubilidad. Además, es imprescindible la ausencia

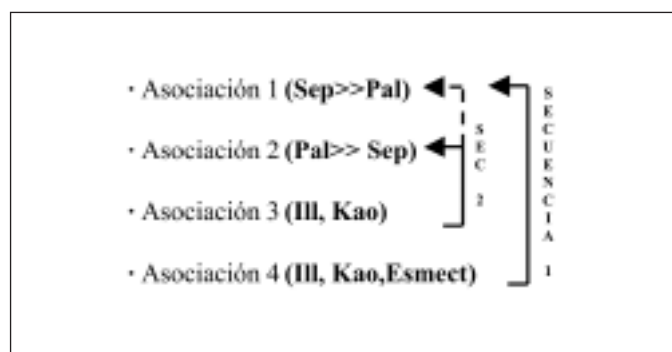


Fig. 2. Esquema resumen de la relación existente entre las asociaciones y las secuencias obtenidas
 Fig. 2. Summary of the existing relation between the mineralogical assemblages and the obtained sequences

de aluminio en solución o en fases reactivas en las mencionadas condiciones físico-químicas (Starley y Blackmon, 1979).

La formación de palygorskita se daría por un proceso de disolución-precipitación a expensas de fases sílico-alumínicas. Numerosos autores (Galán y Castillo, 1984; Pozo et al., 1985 y Martín de Vidales et al., 1988) coinciden en este mecanismo de formación en áreas con condiciones parecidas a las que se dan en la zona de estudio. Además, ésta es estable en medios de elevada actividad de magnesio y sílice en solución, así como $\text{pH} > 8$.

Estos procesos de formación de la sepiolita y palygorskita, se reflejan en las dos secuencias definidas a partir de las cuatro asociaciones mineralógicas.

La secuencia 1 relaciona las asociaciones 4 y 1. En esta secuencia, la sepiolita aparece acompañada de calcita y dolomita, siendo algo mayor la cantidad de calcita. Por lo tanto, la sepiolita se encuentra asociada a materiales donde los procesos de dedolomitización con formación de calcita neomórfica, juegan un papel fundamental como fuente del Mg^{2+} necesario. Esto indicaría que la sepiolita se formó por precipitación química directa, en la que la concentración de iones solubles (principalmente Si y Mg), la baja o nula actividad de Al y el pH básico, han sido determinantes. Es decir, se puede afirmar que, en esta secuencia, la sepiolita estaría en relación con procesos de neoformación similares a los descritos por Martín Pozas et al. (op. cit.), Suárez et al. (1989) y Pozo y Leguey (op. cit.).

La secuencia 2 relaciona las asociaciones 3 y 2. En esta secuencia el carbonato predominante es la dolomita. En este caso también tienen una gran importancia los procesos de dedolomitización con liberación de Mg^{2+} . Pero, además, aquí juegan un papel fundamental las arcillas heredadas (illita, caolinita y esmectita), ya que estas aparecen en la base de la secuencia, explicando el aporte de aluminio necesario para la formación de la palygorskita. El medio, por lo tanto, se encuentra enriquecido en Mg^{2+} y Al. Parte del Mg^{2+} reacciona con el Al de los minerales heredados, formándose la palygorskita. Cuando el aluminio deja de ser activo, pero el medio se ve favorecido todavía por una alta actividad de Si y Mg^{2+} , se formaría la sepiolita. En definitiva, esta secuencia explicaría la formación de palygorskita por la transformación de arcillas heredadas (illita, caolinita, esmectita), mientras que la formación de sepiolita estaría relacionada con procesos de neoformación. Además, es importante destacar que la transformación a palygorskita es total, ya que en las muestras con este tipo de arcilla no se encuentran los minerales precursores (illita, caolinita y esmectita). Situaciones parecidas a las descritas se han observado por Martín Pozas et al. (op. cit.) y Suárez et al. (op. cit.) en zonas muy próximas al área de estudio.

A continuación, y a modo de síntesis de lo descrito anteriormente, se propone el modelo de formación de las arcillas fibrosas (fig. 3), mostrando los procesos observados y ambientes sedimentarios asociados.

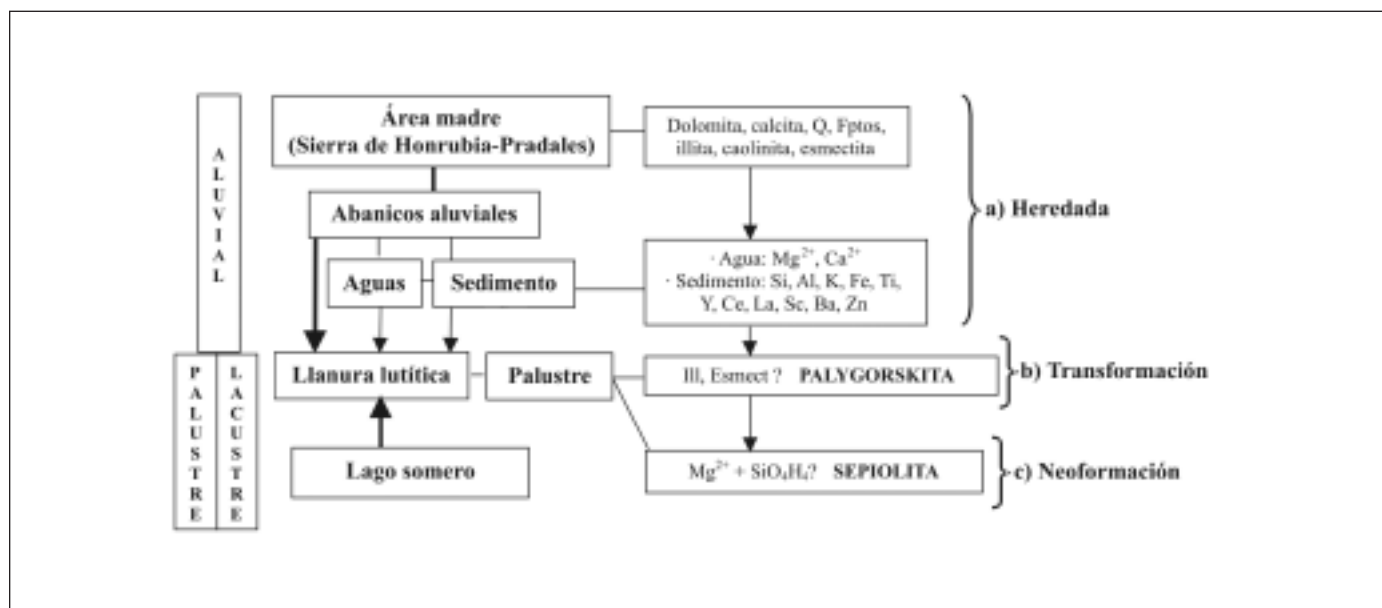


Fig. 3. Cuadro esquemático de los procesos observados y ambientes sedimentarios asociados
 Fig. 3. Schematic picture of associated observed processes and sedimentary environments

Referencias

- Galán, E. y Castillo, A. 1984. Sepiolite-Palygorskite in Spanish Tertiary Basins: Genetical Patterns in Continental Environments. En: Singer, A. y Galán E. (ed.), Palygorskite-Sepiolite. Occurrences, Genesis and Uses. *Developments in Sedimentology*, 37, 87-124. Elsevier.
- Hernández Pacheco, E. 1915. Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. *Com. Inv. Paleont. y Prehist.*, 5, 1-295.
- Martín de Vidales, J.L., Pozo, M., Medina, J.A. y Leguey, S. 1988. Formación de sepiolita-palygorskita en litofacies lutítico-carbonáticas en el sector Borox-Esquivias (Cuenca de Madrid). *Estudios geológicos*, 44, 7-18.
- Martín Pozas, J.M., Martín Vivaldi, J.L. y Sánchez Camazano, M. 1983. El yacimiento de Sepiolita-Palygorskita de Sacramenia, Segovia. *Boletín Geológico y Minero*, 94 (2), 113-120.
- Pozo, M. 1987. Mineralogía y Sedimentología de la "Facies de las Cuestas" en la zona central de la Cuenca del Duero: génesis de la sepiolita y palygorskita. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.
- Pozo, M. y Leguey, S. 1990. Mineralogía de la Facies de las Cuestas en la zona de Tudela de Duero. (Valladolid. Cuenca del Duero). *Boletín Geológico y Minero*, 101(5), 792-807.
- Pozo, M. y Martín de Vidales, J.L. 1989. Condiciones de formación de palygorskita-sepiolita en litofacies dolomíticas de la cubeta de Piedrabuena. Campo de Calatrava (Ciudad Real). *Estudios geológicos*, 45, 177-193.
- Pozo, M., Medina, A. y Leguey, S. 1985. Mineralogénesis de palygorskita en la zona central de la Cuenca de Madrid. *Boletín Sociedad Española de Mineralogía*, 8, 271-283.
- Pozo, M. y Caramés, M. 1983. Sobre la presencia de minerales fibrosos de la arcilla en el sector central de la Cuenca del Duero (Facies Cuesta). *Boletín Sociedad Española de Mineralogía*, 51-58.
- Siffert, B. y Wey, R. 1962. Synthese d'une sepiolite a temperature ordinaire. *C. R. Acad. Sci.*, 254, 1460-1463.
- Starley, H.C. y Blackmon, P.D. 1979. Clay mineralogy of pleistocene Lake Tecopa, Inyo County, California. U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 1061. 34 pp.
- Suárez, M. 1992. El yacimiento de palygorskita de Bercimuel (Segovia). I: Mineralogía. II: Caracterización físico-química del mineral y activación ácida. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca.
- Suárez, M., Armenteros, I., Navarrete, J. y Martín Pozas, J. M. 1989. El yacimiento de palygorskita de Bercimuel (Segovia, Spain). Génesis y propiedades tecnológicas. *Studia Geológica Salmanticensis*, XXVI, 27-46.
- Suárez, M., Flores, L.V. y Martín Pozas, J.M. 1994. Mineralogical data for palygorskite from Bercimuel (Segovia, Spain). *Clay Minerals*, 30, 261-266.
- Suárez, M., Navarrete, J. y Martín-Pozas, J.M. 1993. Estudio mineralógico del yacimiento de palygorskita de Bercimuel (Segovia) y de su entorno. *Boletín Geológico y Minero*, 104 (4), 407-415.
- Wollast, R., Mackenzie, F.T. y Bricker, O.P. 1968. Experimental precipitation and genesis of sepiolite at earth-surface conditions. *Am. Mineral.*, 53, 1645-1662.

Recibido: diciembre 2005

Aceptado: julio 2006