

Nuevas Aportaciones sobre la Mineralogía de las Arcillas de Santa Cruz de Mudela y sus Propiedades Tecnológicas

/ ISABEL IGLESIAS MARTÍN (1,*), EMILIA GARCÍA ROMERO (2), ANSELMO ACOSTA ECHEVERRÍA (1)

(1) Área de Mineralogía Aplicada. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Castilla-La Mancha. Ciudad Real (España)

(2) Dpto. Cristalografía y Mineralogía. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. 28040, Madrid (España)

INTRODUCCIÓN.

Los materiales arcillosos de Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real, España) se utilizan como materias primas para cerámica de construcción (ladrillos, tejas y bovedillas) y, antiguamente, para loza (botijos y lebrillos), remontándose su tradición cerámica, probablemente, hasta el S XIII en que se fundó la ciudad (Pardo, 1929).

Desde el punto de vista geológico, Santa Cruz de Mudela se encuadra en el extremo suroriental de la zona Centro-Ibérica del Macizo Ibérico, marcado por cadenas montañosas, constituidas por cuarcitas y pizarras paleozoicas, con orientación NW-SE, separadas por depresiones rellenas de sedimentos constituidos por arenas y arcillas terciarias y cuaternarias. Ya los primeros estudios geológicos de los materiales arcillosos de la zona (IGME, 1935) distinguen dos tipos de litologías: unas arcillas de naturaleza illítico-caolinítica, procedentes de la alteración de pizarras paleozoicas y otras sedimentarias con alternancia de carbonatos, datadas como Mioceno-Plioceno (IGME, 1976 y 1998).

Las arcillas miocenas se disponen concordantes sobre las arcillas de alteración y, tradicionalmente, se han utilizado en alfarería, dada su elevada plasticidad. Su uso, para la fabricación de ladrillos y tejas, viene condicionado por su excesiva plasticidad y cantidad de carbonatos, que puede llegar hasta un 50 %, por lo que han de mezclarse con materiales desgrasantes para su utilización en cerámica de construcción. Resulta contradictorio que, teniendo ese elevado contenido en carbonatos, sean tan plásticas y necesiten materias primas desgrasantes. En el presente trabajo se caracterizan estas arcillas sedimentarias, revelándose, mediante el estudio con Microscopía Electrónica de Barrido y de Transmisión, aspectos mineralógicos que explican su comportamiento cerámico y amplían

estudios anteriores (Sánchez y Parras, 1998 y Acosta et al., 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS.

Se han tomado muestras de una cantera situada en la zona del Salobral, a unos 3 Km hacia el NE de la localidad de Santa Cruz de Mudela. El análisis mineralógico se ha realizado mediante Difracción de Rayos X (DRX) y Microscopía Electrónica de Barrido (MEB) y de Transmisión (MET). Las fórmulas estructurales de los filosilicatos se han calculado a partir de los análisis químicos puntuales obtenidos con MET y se han ajustado en base a: $O_{20}(OH)_4$ los minerales TOT, $O_{10}(OH)_8$ los minerales TO y $O_{20}(OH)_{10}$ los minerales fibrosos. El análisis químico del total de la muestra se ha realizado con Fluorescencia de Rayos X (FRX). El análisis granulométrico se ha realizado separando por vía húmeda la fracción inferior a 200 μm , la cual se ha analizado mediante Sedigraph. La plasticidad se ha determinado calculando los límites de Atterberg, según las Normas UNE 103-103/96 (1996) y UNE 103-104/96 (1996).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Caracterización Mineralógica y Química.

Las arcillas sedimentarias están constituidas por cantidades variables de cuarzo (5-30 %), dolomita (30-60 %), calcita (< 10 %), indicios de feldespatos (< 5 %) y filosilicatos, entre los que predomina la illita (14-30 %), habiendo cantidades menores de caolinita (< 10 %), esmectita (< 5 %) y palygorskita (< 5 %). Esta composición se corrobora con el análisis químico, cuyos componentes mayoritarios son SiO_2 (23-40 %), Al_2O_3 (10-17 %), CaO (7- 17 %), MgO (5-12 %), Fe_2O_3 (3-7 %) y K_2O (1.5-3 %), con una pérdida por calcinación (ppc) de 17-30 %. Los valores de CaO, MgO y ppc están determinados por el contenido en carbonatos que presente la muestra, mientras que SiO_2 , Al_2O_3 y K_2O varían en

función del contenido en cuarzo y filosilicatos.

El estudio con Microscopía Electrónica (Fig. 1 y 2) nos muestra el hábito romboédrico de los cristales de dolomita, con aristas bien definidas y un tamaño medio de 2 μm . Son muy abundantes y aparecen distribuidos por toda la muestra de manera homogénea. Su hábito idiomorfo indica que es un mineral autigénico, formado en la cuenca sedimentaria. En cuanto a los filosilicatos encontrados, predomina la illita que se presenta en forma de placas. Su fórmula estructural (Tabla 1) indica que procede de la degradación de una mica puesto que presenta una carga muy baja (1.44) y sólo 1.06 átomos de K interlamina. La esmectita recuerda al aspecto de la illita (Fig. 1 y 2), aparece en forma de placas y láminas de tamaño entre 2 y 5 μm , con bordes ligeramente alabeados; su fórmula estructural (Tabla 1) es la de beidellita.

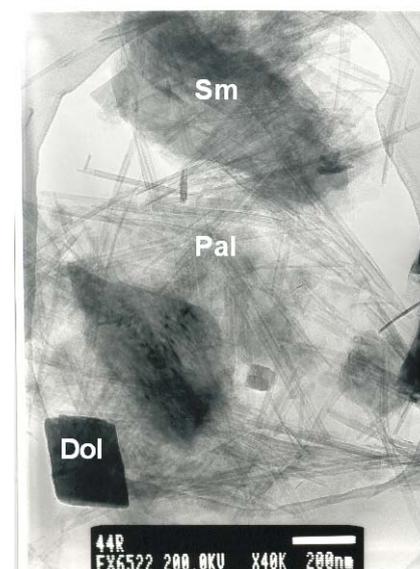


fig 1. Fotografía realizada con MET. Sm: esmectita; Pal: palygorskita; Dol: dolomita.

El hecho de que el aspecto de la illita y la esmectita sea similar y de la continua gradación composicional existente entre

palabras clave: Mineralogía, Arcillas Cerámicas, Santa Cruz de Mudela, Microscopía Electrónica, Plasticidad

key words: Mineralogy, Building Clays, Santa Cruz de Mudela, Electron Microscopy, Plasticity.

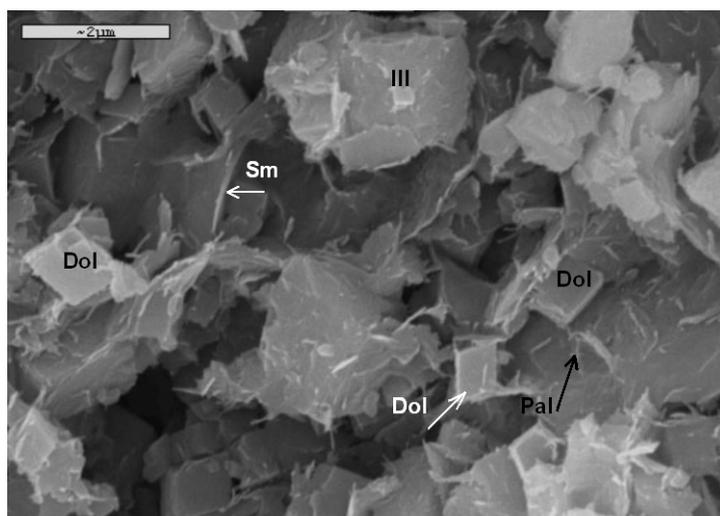


fig 2. Fotografía obtenida con MEB. Pal: Palygorskita; Dol: Dolomita; III: Illita; Sm: esmectita.

Minerales	Cationes tetraédricos			Cationes octaédricos					Cationes interlaminares			Cargas	
	Si-t	Al-t	S tet	Al-o	Fe	Mg	Ti	S oct	Ca	K	Na	CO	CL
Illita	6.43	1.57	8	3.12	0.48	0.62	0.03	4.24	0.04	1.06	0.3	0.12	1.44
Beidellita	7.13	0.87	8	3.07	0.53	0.62	0.01	4.23	0.06	0.54	0.13	0.07	0.79
Caolinita	4	0	4	3.72	0.15	0.04	0	3.91	0.04	0.01	0.17	-0.31	0.26
Palygorskita	7.59	0.41	8	1.56	0.71	1.59	0	3.86	0.08	0.15	0.12	-0.01	0.42

Tabla 1. Fórmulas estructurales medias calculadas a partir de los análisis químicos puntuales obtenidos con MET. S tet: Suma de cationes tetraédricos; S oct: suma de cationes octaédricos; CO: Carga octaédrica; CL: carga laminar.

los términos más micáceos y los esmectíticos, indica una posible relación genética, siendo la beidellita el producto final de la alteración de las micas originales. La caolinita aparece en menor cantidad; se han detectado, con TEM, cristales de forma hexagonal, a partir de los cuales se ha determinado su fórmula estructural (Tabla 1). Las fibras de palygorskita son nanométricas, con longitudes inferiores a 1 μm (fig. 1 y 2) y se distribuyen homogéneamente por toda la muestra, sobrepuestas a los cristales de dolomita, illita y esmectita. Según su fórmula estructural (Tabla 1), se ha clasificado como palygorskita rica en Fe (García Romero y Suárez, 2010). La formación de la palygorskita coincide con la de la dolomita. El aporte de Ca, Mg y CO_2 , para la formación de dolomita, procede del acuífero de la zona, con aguas muy mineralizadas y con un elevado contenido en anhídrido carbónico de origen endógeno, relacionado con la actividad volcánica de Campo de Calatrava (Pinuaga y Ramírez, 2006).

Caracterización Tecnológica.

El comportamiento cerámico de un material depende en gran medida de su granulometría y plasticidad. En relación a la granulometría, estas arcillas presentan un tamaño de partícula muy fino, inferior a las 60 μm , siendo su distribución: entre un 50 y 70 %, tamaño arcilla (< 2 μm) y entre un 30-50 %

tamaño limo fino-medio (2-20 μm), siendo el resto un tamaño de limo grueso (20-60 μm). En cuanto a su plasticidad, los Límites de Atterberg son los siguientes: el Límite Líquido (L.L.) está comprendido entre 60 y 75 %, el Límite Plástico (L.P.) entre 27 y 30 % y el Índice de Plasticidad (I.P.) entre 33 y 47 %. En función de estos valores, se clasifican como arcillas grasas de elevada plasticidad (L.L. > 50 %), pudiendo presentar problemas en el proceso de secado y cocción (I.P. > 30 %). La plasticidad de un material arcilloso está relacionada con la mineralogía y la granulometría. En cuanto a la mineralogía de estas muestras, la esmectita y la palygorskita son minerales muy plásticos por lo que contribuyen a aumentar su plasticidad. Sin embargo, estos minerales se encuentran en un porcentaje inferior al 10 % mientras que el contenido en cuarzo y carbonatos, minerales que generalmente actúan como desgrasantes, puede alcanzar el 70 %, por lo que la mineralogía no justifica, en este caso, el exceso de plasticidad. En cambio, si tenemos en cuenta que casi el 50 % de estos "desgrasantes" son los cristales micrométricos de dolomita, detectados con la Microscopía Electrónica, se explica la elevada plasticidad de estas arcillas y que el "desgrasante" que contienen no les reste plasticidad, ya que forma parte de la fracción arcilla.

CONCLUSIONES.

Las arcillas sedimentarias miocenas de Santa Cruz de Mudela están constituidas por dolomita, calcita, cuarzo, illita, caolinita, esmectita y palygorskita. La dolomita es el mineral predominante y se encuentra en forma de cristales romboédricos inferiores a 2 μm . Se han calculado las fórmulas estructurales de los filosilicatos, identificándose la esmectita como beidellita.

Estas arcillas tienen una plasticidad muy elevada a pesar de su alto contenido en carbonato. El tamaño micrométrico de este carbonato es la causa de que no reste plasticidad a la muestra.

AGRADECIMIENTOS.

Se agradece a las empresas Rústicos La Mancha, S.A. y Cerámica Mateo, S.L. el suministro de las materias primas arcillosas.

REFERENCIAS.

- Acosta, A., Iglesias, I., Aineto, M., Romero, M., Rincón, J.M. (2002): Utilisation of IGCC slag and clay steriles in soft mud bricks (by pressing) for use in building bricks manufacturing. Waste Management, **22**, 887-891.
- García-Romero, E. & Suárez, M. (2010): On the chemical composition of Sepiolite and Palygorskite. Clays and Clay Minerals, **58**(1), 1-20.
- IGME. (1935): Memoria nº 838 de Santa Cruz de Mudela.
- IGME. (1976): Memoria y Mapa de Rocas Industriales. Hoja nº 70 (5-9) de Linares. E: 1: 200.000. p. 51.
- IGME. (1998): Memoria Geológica (inédita) de la Hoja de Santa Cruz de Mudela nº 838 (20-33). E: 1: 50.000. p. 86.
- Norma UNE 103-103/96. (1996): Determinación del límite líquido de un suelo por el método de la cuchara de Casagrande". P. 10.
- Norma UNE 103-104/96. (1996): Determinación del límite plástico de un suelo". p. 2.
- Pardo, A. (1929): Breves páginas acerca de la villa de Santa Cruz de Mudela. Imp. De los hijos de G. Hernández. Madrid. p. 288.
- Pinuaga, J.I. & Ramírez, A. (2006): Geología, Hidrogeología y Protección del Bañerío Cervantes de Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real). An. R. Acad. Nac. Farm., **72**, 369-379.
- Sánchez, C. & Parras, J. (1998): Las arcillas cerámicas de Santa Cruz de Mudela (Ciudad Real): influencia de la mineralogía en las propiedades tecnológicas. Bol. Soc. Esp. Miner., **21**, 17-28.