

# Prospección Geológica, Mineralogía y Ceramicidad de Arcillas Blancas de Litueche, VI Región de Chile

/SERGI MESEGUER (1,\*), TEOFILO SANFELIU (1), F. PARDO (1), IRMA GONZÁLEZ (2), MIGUEL MANUEL JORDAN (3), CARLOS DE LA FUENTE (4)

(1) Unidad de Mineralogía Aplicada, Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Universidad Jaume I, Castellón (España)

(2) Departamento de Industria, Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago de Chile, (Chile)

(3) Departamento de Agroquímica y Medio Ambiente, Universidad Miguel Hernández, Elche (España)

(4) Departamento de Mineralogía i Dipòsits Minerals, Universitat de Barcelona (España)

## INTRODUCCIÓN.

La minería no metálica comprende las actividades de extracción de recursos minerales que, luego de un adecuado tratamiento, se transforman en productos aplicables en diversos usos industriales y agrícolas, gracias a sus propiedades físicas y/o químicas. De ahí que el interés público y privado por su desarrollo se orienta tanto a su fase productiva como en el uso final de sus productos.

El presente trabajo es una aportación al conocimiento de arcillas cerámicas de la VI Región "Libertador General Bernardo O'Higgins" de Chile. Se identifica geológicamente el afloramiento, se dispone de material representativo de la zona de estudio, y se realiza el estudio de caracterización química y mineralógica mediante FRX y DRX, respectivamente. Paralelamente, se estudia la ceramicidad mediante los siguientes ensayos cerámicos: plasticidad, barelatografía, dilatometría, contracción lineal, absorción de agua. Todo ello con el objetivo de proporcionar información para el aprovechamiento rentable de estos recursos, de acuerdo tanto a sus características y propiedades tecnológicas, como a la eventual demanda del mercado nacional.

## SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

Litueche es una comuna de Chile de la Provincia Cardenal Caro, en la VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Su territorio comunal ocupa el margen oeste del lago Rapel. La actividad económica fundadora de la zona fue la minería, desarrollada por Don Jesús de Iriarte y Bernaola, fundador de Minera Pacífico. Su límite comunal es al norte Navidad y San Pedro, al sur Pichilemu y Marchigüe, al sur este La Estrella y al oeste el Océano

Pacífico.

## MARCO GEOLÓGICO.

El origen de estos yacimientos se relaciona con procesos de caolinización de un granito de ortoclasa del Triásico Superior, que forma parte del batolito de la Costa (Hauser, 2007), bajo favorables condiciones climáticas, litológicas, tectónicas y morfológicas, ocurridas durante el Terciario superior. La caolinización se produjo hasta una profundidad de hasta 15 m, dando origen a un manto de caolín de posición subhorizontal y gran distribución areal, que presenta una transición gradual a la roca fresca y esta cubierto por una sobrecarga de rocas sedimentarias a la Formación La Cueva (López et al., 2004), asignada al Plioceno Superior. Respecto a litología y mineralogía, el caolín es de color blanco amarillento, dependiendo de su contenido de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TiO<sub>2</sub> y esta compuesto principalmente de caolinita y cuarzo.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

En el sector objeto de estudio se muestreó siguiendo los criterios establecidos en Sanfeliu (1991). Se presentan los resultados de una muestra representativa de la serie analizada. El análisis químico de elementos mayoritarios se efectuó mediante Fluorescencia de rayos X (FRX) y la pérdida por calcinación (LOI) se llevó a cabo calentando las muestras a 1075 °C durante 1 hora y 35 minutos (Meseguer et al., 2009). El análisis mineralógico de las muestras se realizó por Difracción de rayos X (DRX) siguiendo las técnicas convencionales. Los difractogramas han sido interpretados con la ayuda de la aplicación informática EVA de la firma Socabim y las fichas JCPDS, hasta identificar los minerales presentes en cada una de las muestras y sus

correspondientes tratamientos.

Previo a la evaluación de las propiedades tecnológicas, las muestras arcillosas fueron secadas a una temperatura de 80 °C durante 24 horas. Posteriormente, fueron desleídas en molino de rotor de impacto de palas. A continuación, fueron sometidas a molturación en molino de bolas planetario con el objetivo homogeneizar la muestra y reducir su tamaño hasta un rechazo aproximado al 4% en tamiz de luz de malla de 63µm. A fin de poder valorar las aptitudes cerámicas de las arcillas se determinaron las siguientes propiedades tecnológicas: plasticidad (Método Pfeferkorn), absorción de agua (%), contracción lineal (%) y densidad aparente (Jordán et al., 1999). La densidad aparente se calcula midiendo el volumen aparente de las muestras (volumen de los poros + volumen real del sólido) por el método del desplazamiento de volumen de mercurio o por la fuerza para sumergir la muestra en mercurio (empuje de mercurio).

Para poder testar las aptitudes cerámicas de estas arcillas, se elaboraron probetas cerámicas por prensado en una prensa de laboratorio uniaxial Mignon-S Nanetti, a una presión de 40 MPa, conformado discos de 20 mm de diámetro, 5 mm de espesor y, aproximadamente, 3,5 g de peso.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Las muestras analizadas (Tabla 1) poseen un elevado contenido en sílice cuyos valores oscilan entre 70% y 75%. El contenido en alúmina supera en todas las muestras el 15%. Además, no se aprecian alcalinotérreos, lo cual es significativo ya que permite el uso de estos materiales en la fabricación de gres y semigres (Jordán et al., 2001). El contenido en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TiO<sub>2</sub> es muy bajo

**palabras clave:** Arcilla, Industria cerámica, Materias primas, Litueche, Chile.

**key words:** Clay Minerals, Ceramic industry, Raw materials, Litueche, Chile.

situándose por debajo del 1% en ambos casos.

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos del análisis mineralógico. Los minerales predominantes son cuarzo, ortoclasa, caolinita y illita.

Los valores correspondientes al índice de plasticidad Pfeferkorn para todas las muestras analizadas oscilan entre 24 y 26.

%	LITUECHE
SiO <sub>2</sub>	72,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,60
Na <sub>2</sub> O	0,32
K <sub>2</sub> O	4,46
CaO	0,10
MgO	0,15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,99
TiO <sub>2</sub>	0,54
MnO	0,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03
Rb <sub>2</sub> O	0,02
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,01
ZrO <sub>2</sub>	0,13
BaO	0,06
CuO	0,00
NiO	0,00
L.O.I.	4,78
<b>TOTAL</b>	<b>101,00</b>

Tabla 1. Análisis químico representativo.

Abundancia	Mineral
Qtz:+++	Cuarzo
Or:++	Ortoclasa
Hem: (+)	Hematites
Kln:++	Caolinita
Ill:+	Illita/Moscovita

Tabla 2. Resultados de los análisis mineralógicos obtenidos mediante difracción de rayos X de las arcillas analizadas. ++++ muy abundante; +++ abundante; ++ moderado; + escaso; (+) reconocible; - ausente o no reconocible. Leyenda: Q = Cuarzo; Or = Ortoclasa; K = Caolinita; I/M = Illita-Moscovita.

En la figura 1 y tabla 3 se muestran la curva de gresificación y la tabla de la contracción lineal y la absorción de agua para una muestra representativa para probetas cerámicas cocidas a 7 temperaturas en un horno de gradiente.

La temperatura máxima de maduración se indica en la primera columna de la citada tabla 3.

LITUECHE	CL	A.A.	T(°C)
1	3,59	12,91	1165
2	2,19	14,41	1125
3	0,73	17,29	1080
4	0,07	18,05	1030
5	0,07	18,17	980
6	0,00	18,21	930
7	0,00	19,77	880
8	0,00	17,79	830

Tabla 3. Evolución de la contracción lineal y absorción de agua entre 830°C y 1165°C.

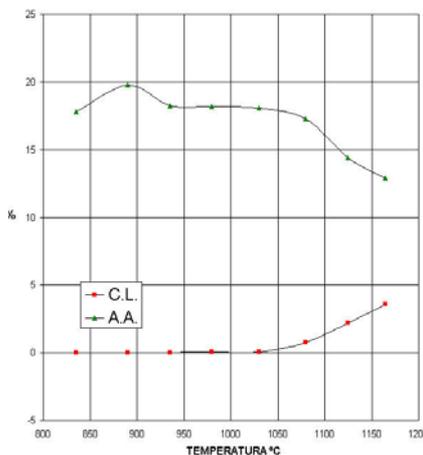


Fig 1. Curvas de gresificación mostrando la variación de la contracción lineal y capacidad de absorción de agua con la temperatura.

Por otra parte, en la Tabla 4 se muestran los resultados de densidad aparente obtenidos para una muestra representativa.

La porosidad está relacionada con la densidad aparente, la metodología utilizada para la determinación de la densidad aparente ha sido la descrita por Amorós et al., (1983).

Muestra	d <sub>ap</sub> (húmedo)	d <sub>ap</sub> (seco)
M-1	1,89	1,82

Tabla 4. Densidades aparentes de las muestras estudiadas.

Para el cálculo de la resistencia mecánica (resistencia a la flexión) se ha procedido a determinar el módulo de ruptura de probetas secas, cocidas a 1100°C, en dos puntos, y en el que se considera que la plasticidad es tanto mayor, cuanto más elevada es la resistencia mecánica. Así los valores obtenidos han sido de 34,2 N de carga

de rotura media y de 4,05 N/mm<sup>2</sup> de resistencia a la flexión media.

**CONCLUSIONES.**

Las arcillas estudiadas por sus propiedades mineralógicas y tecnológicas son aptas para su uso en la fabricación de productos de cerámica tradicional (Sanfeliu et al., 1987), (Meseguer et al, 2007), así como para otros usos industriales. Actualmente se emplean en la fabricación de cerámica, aditivos de papel, y gomas. No obstante, de este estudio puede derivarse que su uso como materia prima puede extenderse a la fabricación de productos cerámicos de mayor valor añadido: pavimento y revestimiento cerámico con posibilidades de exportación al Sur de Argentina.

**REFERENCIAS.**

Amorós Albaro, J.L., Beltrán Porcar, V., Negre Medall, F., Escardino Benlloch, A. (1983): "Estudio de la compactación de soportes cerámicos (bizcochos) de pavimento y revestimiento. II Influencia de la presión y la humedad de prensado". Bol. SOC. Esp. Cer. y Vidrio., **22**, 9-18.

Hauser, A. (2007): Subdirección Nacional de Geología. Departamento de Geología Aplicada. Santiago de Chile. Estudio inédito.

Jordán, M.M., Boix, A., Sanfeliu, T., De la Fuente, C. (1999): Firing transformations of Cretaceous clays used in the manufacturing of ceramic tile bodies. Appl. Clay Sci., **14**, 225-234.

Jordán, M.M., Sanfeliu, T., De la Fuente, C. (2001): Firing transformations of Tertiary clays used in the manufacturing of ceramic tile bodies. Appl. Clay Sci., **20**, 87-95.

López, M. C., Fajardo, A., Carrasco, R. (2004): Carta Geológica de Chile, serie recursos minerales y energéticos.

Meseguer, S., Jordán, M.M., Sanfeliu, T. (2007): Economic Geology of the ceramic clays in Castellon, Spain. In: Digging Deeper. Proceedings of the Ninth Biennial SGA Meeting, 2, 815-818. Cambridge Mineral Resources plc. Navan, Ireland.

Meseguer, S., Jordán, M.M., Sanfeliu, T. (2009): Classification and statistical analysis of mine spoils chemical composition from Oliete basin (NE, Spain). Environ. Geol., **56**, 1461-1466.

Sanfeliu, T. (1991): Mineralogía de arcillas cerámicas terciarias de Castellón. Diputación Provincial de Castellón. Colección Ciencias. 315 p.

Sanfeliu, T., De la Fuente, C., Martínez, S., Queralt, J. (1987): Materias primas y recursos naturales de Castellón. I: Yacimientos de arcillas de interés cerámico. Veliuny Ricerche Montanar Editore.