

## ARCILLAS CAOLINÍTICAS DEL JURÁSICO

Jorge M. Vallés<sup>1</sup>

1. Departamento de Geología y Petróleo, CIMAR. Universidad N. del Comahue, Neuquén - jvalles@uncoma.edu.ar

### RESUMEN

Importantes yacimientos de arcillas caoliníticas se distribuyen ampliamente en un área de aproximadamente 1.000 km<sup>2</sup> en el departamento Zapala, provincia del Neuquén. Las capas arcillosas están emplazadas en la Fm. Challacó, una secuencia sedimentaria continental del Jurásico medio. Esta secuencia comprende dos facies principales: la más gruesa con areniscas y conglomerados y la más fina con arcillas grises, rojas o púrpura con intercalaciones arenosas. Las arcillas se formaron en ambiente fluvial y representan depósitos en una planicie aluvial. Están compuestas por caolinita y cuarzo y en menor proporción por arcillas interestratificadas del tipo illita/esmectita. En las minas La Beatriz y Mi Sud los minerales citados están presentes en las siguientes proporciones: caolinita 39-58 %, illita más illita/esmectita, 2-19 % y cuarzo 28-37 %. La producción data de 1940 y en los años recientes el promedio anual es cercano a las 100.000 toneladas. Más del 90 % se destina a la industria cerámica de pisos y revestimientos. También son usadas en cerámica sanitaria por colado y gres para loza de mesa así como para fabricar ladrillos refractarios. Las reservas han sido estimadas en 20 millones de toneladas.

**Palabras clave:** Arcillas, caolinita, cerámica, Zapala, Neuquén

### ABSTRACT

*Jurassic kaolin clays.*- Kaolin clays from the Jurassic of neuquén Several kaolin-clay deposits are distributed in an area of about 1,000 km<sup>2</sup> in Zapala department, Neuquén province. The clay beds are situated in Challacó Fm., a Middle Jurassic sedimentary continental sequence. This formation comprises two main facies: the coarser facies is built up of conglomeratic sandstones, and the finest clay sized sediments, gray, red or purple in color with sandstone intercalations. Kaolin-clays were formed in fluvial environment and represent deposits on an alluvial plain. The samples are mainly composed of kaolinite and quartz and in a lesser extent mixed-layered illite/smectite. For La Beatriz and Mi Sud mines the minerals are present in the following proportions: kaolinite 39-58 %, illite plus I/S, 2-19 %, and quartz, 28-37 %. Production began in 1940 and in recent years the average output has been over 100,000 t/year of clay. Plus than 90% of production is used as raw material for manufacturing floor tiles. These clays have been classified as stoneware clays by some authors and as refractory and plastic to semiplastic fire-clays by some others. Reserves are over 20,000,000 tons.

**Key words:** Clays, kaolinite, ceramic, Zapala, Neuquén

### INTRODUCCIÓN

En el departamento Zapala de la provincia del Neuquén existen importantes depósitos de arcillas caoliníticas que abastecen principalmente a la industria cerámica regional de pisos y revestimientos. También se transportan a otros centros de país con el mismo propósito y para la fabricación de cerámica sanitaria.

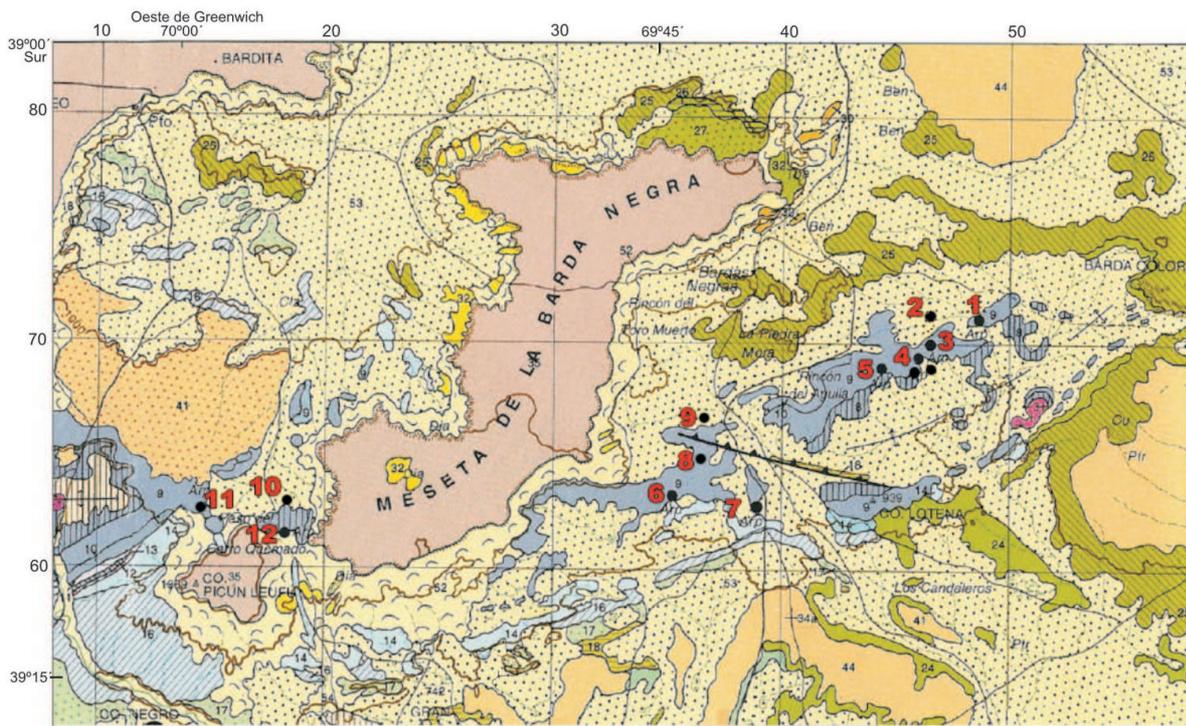
Las arcillas se pueden agrupar en dos distritos principales. El mayor de ellos, que abarca aproximadamente 1.000 km<sup>2</sup>, se sitúa al E de la Meseta de la Barda Negra, a 60 km al SE de la ciudad de Zapala y comprende, citándolas del NE al SO, las minas del Grupo Misud, La Beatriz, La Desapercibida, El Quijote, La Sociedad, Don Franco y Chita, Las Mellizas, Mavi, La Tapera, Italia y El Chenque. El otro sector que se encuentra al SO de la meseta está a 46 km de la ciudad y cuenta entre sus minas principales a Verdacho, San Ramón y María Rosa (Fig.1).

### MARCO GEOLÓGICO

Las capas arcillosas corresponden a la facies pelítica de la Fm. Challacó, una secuencia sedimentaria continen-

tal desarrollada durante el estado de colmatación de la cuenca marina en la parte cuspidal del Grupo Cuyo, en el Jurásico Medio. Leanza & Hugo (1997) la asignan al Calloviano Inferior tardío y Zavala (1993) la considera algo más antigua, aunque la extiende hasta el Calloviano inferior. Giusiano & Ludueña (1990) concluyen que los mejores niveles arcillosos se relacionan con las facies conglomeráticas de origen fluvial de la Fm. Challacó y en menor proporción con la Fm. Lajas. Las sedimentitas de esta unidad reflejan condiciones de sedimentación continental en clima árido con alternancia de episodios de acumulación con energía moderada a baja lo que ha permitido la depositación rítmica de capas de areniscas y arcillas, estas últimas de interés comercial (Leanza & Hugo, 1997). También se encuentran niveles arcillosos en la Fm. Lajas en cercanías de Los Pozones, Ruta nacional 40 y Puesto Seguel.

Los cuerpos de arcilla están albergados en una estructura homoclinal de rumbo N 75°-100° y que buza 8°-10° N y pertenecen al flanco noroccidental del anticlinal Cerro Granito-Cerro Lotena. Son secuencias granodecrecientes que se inician con conglomerados o areniscas conglomeráticas, gradan a areniscas y culminan con las pelitas. Los niveles arcillosos son masivos y de coloración variada,



MAPA BASE: HOJA 3969\_III - PICÚN LEUFÚ

REFERENCIAS GEOLOGICAS		MINAS DE ARCILLA ●	
	DEPÓSITOS ALUVIALES Y DE REMOCIÓN — HOLOCENO	1	MI SUD
	BASALTO ZAPALA — PLIOCENO	2	LA DESAPERCEBIDA
	FORMACIÓN COLLÓN CURÁ — MIOCENO INFERIOR	3	LA BEATRIZ
	GRUPO NEUQUÉN — CRETÁCICO SUPERIOR	4	CHITA - LAS MELLIZAS - MAVI
	FORMACIÓN PICÚN LEUFÚ — CRETÁCICO INFERIOR	5	RINCÓN DEL AGUILA
	FORMACIÓN VACA MUERTA — JURÁSICO SUPERIOR	6	EL CHENQUE
	FORMACIÓN LAJAS - CHALLACÓ — JURÁSICO MEDIO	7	LA SALVACIÓN
	FORMACIÓN LOS MOLLES — JURÁSICO INF-MEDIO	8	LA TAPERA
		9	ITALIA
		10	VERDACHO
		11	SAN RAMÓN
		12	MARÍA ROSA

Figura 1: Ubicación geográfica y geológica de los yacimientos de arcillas caoliníticas jurásicas.

desde gris blanquecino, pardo grisáceo, amarillo y rojo. Son lateralmente continuos y presentan intercalaciones de areniscas. La Fm. Lajas está cubierta discordantemente por sedimentos cretácicos horizontales y basaltos cenozoicos.

Las arcillas caoliníticas representan depósitos en una planicie aluvial. Domínguez (1988) sugiere que este mineral podría provenir de una superficie alterada por meteorización desarrollada sobre el complejo granítico-riolítico del grupo Choiyoi, que está presente en la principal área fuente al tiempo del desarrollo de la Cuenca Neuquina. Son conocidas las condiciones húmedas o húmedo estacionales para esta parte del mundo en tiempos jurásicos Cravero *et al* (1991). Las capas conglomerádicas que están encima y debajo de las arcillas están compuestas por clastos volcánicos riolíticos y en menor medida graníticos. Las texturas de los minerales arcillosos observados en SEM así como la mineralogía, principalmente caolinita junto con cuarzo y trazas de feldespatos, indican un origen detrítico. Cravero & Domínguez, 1999, hallaron que la composición isotópica del oxígeno de los caolines corrobora la proveniencia de una superficie meteorizada.

### DESCRIPCIÓN DE LOS DEPÓSITOS

Consisten en uno o varios niveles arcillosos, tabulares y lenticulares, con ligero acuñamiento o variación facial en sus límites. La continuación de las lentes a lo largo del rumbo puede llegar hasta 2.000 m por lo que un mismo yacimiento abarca una o varias pertenencias mineras y en ciertos casos, con diferentes denominaciones. Los espesores son variables entre 1,50 y casi 20 metros. Las minas del distrito Este de la Barda Negra, afloran en una corrida de rumbo N 70-80° E cuya inclinación al N es de 6-8°. La sucesión de yacimientos se extiende por más de 4.000 metros. Frecuentemente se intercalan niveles de areniscas arcillo-limosas de hasta 3 m. de espesor separando los horizontes explotables (mina Las Mellizas). Culminan con bancos granodrecientes de conglomerados a areniscas de varios metros de espesor, conformando grandes artesas (Mina La Beatriz). Por sus características de yacencia en algunos casos fueron explotados mediante labores subterráneas en cámaras y pilares (minas Chita, La Sociedad, Don Franco, parcialmente La Beatriz y Verdacho) pero en la mayoría se desarrollan grandes canteras a cielo

abierto como en el Grupo Misud (Fig. 2), La Desapercibida, Mavi, La Cuña, Las Mellizas y La Tapera.

A título de ejemplo se describen algunos de los yacimientos cuya información se dispuso:

El Grupo Misud (minas Misud SA I, José Alejandro y Misud SA VII) es explotado a cielo abierto en un rajo de 350 m de extensión en sentido casi E-O y 150 m N-S, que abarca las tres minas y con espesores de arcillas entre 18 y 23 m cubiertos por areniscas y conglomerados de entre 8 y 20 m de espesor. Las arcillas son grises, amarillas y rojizas.

En La Beatriz las capas arcillosas llegan a 15 m y la cubierta de psamitas y ruditas supera los 10 metros. Son masivas y de coloraciones parduscas, rojas y grises.

El yacimiento Las Mellizas, consta de 2 mantos superpuestos de sedimentos arcillosos, de 6 y 5,50 m de potencia respectivamente, separados entre sí por un sector de 3 m con mayor contenido de areniscas. La extensión en el sentido del rumbo se verifica a lo largo de 600 m y de la inclinación, en casi 200 metros.

Las minas La Sociedad, Chita y Don Franco, conforman un manto continuo aflorando en 1.800 m con una potencia promedio de 4,10 m en la primera y menos de la mitad en la segunda, con una inclinación de 8° hacia el Norte y sobrecarga de 6 a 22 m de conglomerados y areniscas. Esas características requirieron la explotación mediante galerías. Hoy las dos primeras se encuentran inactivas por agotamiento y elevados costos de explotación.

Mavi, uno de los yacimientos con mayor producción, consiste en tres mantos que totalizan 13 m de arcillas, cuyo buzamiento de 8° hacia el Norte implica la extracción de hasta 7 m de sobrecarga de areniscas y conglomerados.

En La Tapera, los mantos están afectados por la tectónica asociada al fallamiento regional. Produce arcillas rojas, amarillas y gris oscuras de una cantera de 15 m de profundidad que abarca un área de 4.000 metros cuadrados.

## MINERALOGÍA

Los sedimentos arcillosos del Jurásico, están compuestos principalmente por caolinita y cuarzo y en menor proporción por contenidos variables de interestratificados illita/esmectita e illita. La abundancia de sílice decrece en las fracciones más finas, donde se encuentra como cuarzo microcristalino y ftanita.

Un estudio mineralógico detallado de los mantos arcillosos de Misud y La Beatriz (Allione *et al.*, 1992), cuantitativamente indican que la caolinita se encuentra entre 39 y 58 %, illita 1,5 a 17 %, esmectita 0,4 a 2,2 % y cuarzo 28 a 37 %. En la fracción menor a 4  $\mu\text{m}$ , señalan a la caolinita con cristalinidad media como argilomineral predominante, en forma subordinada material illítico con menos del 5 a 8 % de esmectita dentro de sus capas y además interestratificados illita/esmectita ordenados del tipo R=1 con proporción I<sub>70/80</sub>. Dentro de la fracción arena contenida, en Misud predomina el cuarzo mientras que en La Beatriz lo hace la ftanita. Además, muscovita, feldespatos alcalinos, alteritas y como minerales pesados limonita, hematina, magnetita y zircón.

En el yacimiento Las Mellizas, los materiales explotados son arcillas de color rojo, amarillento y gris oscuro. Contienen entre 50 y 55 % de minerales arcillosos, con cuarzo como principal accesorio y feldespato de potasio



Figura 2: Labores de explotación a cielo abierto en la mina Misud

como segundo y proporciones variables de óxidos de hierro. La caolinita es el principal mineral arcilloso y en menor proporción interestratificado illita/esmectita (I/S) e illita. En el manto inferior, el I/S predomina sobre el resto, otorgando mayor plasticidad y contracción a la arcilla. Contienen entre 18 y 20 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 2 a 4 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

## PROPIEDADES TECNOLÓGICAS Y APLICACIONES INDUSTRIALES

Más del 90 % de la producción regional está destinada a materia prima cerámica para la fabricación de pisos y revestimientos. También se destinan a cerámica sanitaria por colado y gres para loza de mesa. Durante muchos años estas arcillas se usaron en la fabricación de ladrillos refractarios. Por sus colores – rojo, gris, púrpura y amarillo – y el alto contenido en hierro, no pueden ser usadas en cerámica fina. CFI – Sudamconsult y Asociados (1973) realizaron un detallado estudio de las propiedades y aptitudes de estos minerales. Allione *et al* (1992), clasifican a los materiales de Misud y La Beatriz como arcillas plásticas a semiplásticas resistentes al fuego (*fire clays*), debido a que la temperatura de cocción es cercana a los 1.150° C y el Límite Plástico e Índice de Plasticidad oscilan entre 18-24,5 y 6,4-19 respectivamente. Angelelli *et al* (1976) las denominan plásticas y refractarias y Cravero *et al* (1997), como materias primas cerámicas las clasifican como *swtoneware*. Consultores del Plata (1971) califican a estas arcillas como «refractarias semisilíceas» aptas para cerámica blanca y cerámica refractaria en general.

Existen ciertos estratos de espesores limitados de arcillas refractarias donde el predominio de caolinita y contenidos en hierro menores a 2 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  llevan el cono pirométrico a valores entre 27 y 32, como en Mina Chita y sectores de Mi Sud, con colores de cocción amarillo pálido a blanco. Los ensayos de cocción sobre muestras puras o mezcladas con feldespato y cuarzo mostraron temperaturas óptimas de gresificación. Para las primeras, la máxima contracción lineal fue de alrededor de 8 % disminuyendo a 6 % en las mezclas. La absorción de agua es de 4 % o menos en todas las muestras calentadas a 1.200°C, valores apropiados para gres y losa blanca.

## PRODUCCIÓN DE ARCILLAS

La producción de arcillas en la provincia del Neuquén comenzó en 1940 y actualmente aporta el mayor volumen entre los minerales no metalíferos. En el último quinquenio se han producido 550.000 t, lo que corresponde a un promedio de 100.000 t/año, habiendo alcanzado en la década del 90 las 200.000 t/año. La extracción se distribuye entre 5 empresas productoras, la primera de las cuales comercializa el 90 % del total: Servicios Mineros Lozano S.R.L., Piedra Grande SA, Suárez y Romeo, Salvador Di Pietro y Cía. Minera Barda Negra SA Más de la mitad de lo producido se consume en industrias radicadas en la ciudad de Neuquén mientras que el resto se utiliza en la provincia de Buenos Aires.

Los yacimientos que registraron mayor producción en los últimos 10 años fueron Mavi II, La Tapera y La Desapercibida, mientras que en la década del 90, lo hicieron La Beatriz, Misud y La Cuña.

Otras minas activas con menor producción actual son el Grupo Mi Sud (Misud SA I, Misud SA VII y José Alejandro), Don Franco, El Quijote, Las Mellizas y Mercedes. Importantes depósitos que aportan a las reservas regionales se encuentran inactivas, como La Beatriz, Grupo Rincón del Águila, La Salvación XIV y Verdacho. La mina Chita y La Sociedad, hoy abandonadas, fueron explotadas intensamente mediante laboreo subterráneo.

## RESERVAS

Danieli (1997), consigna reservas indicadas del orden de 20 millones de toneladas para las arcillas jurásicas, haciendo referencia a que los Recursos Identificados para arcillas plásticas refractarias de un grupo de yacimientos cubicados hasta ese momento ascendían a 10.693.000 toneladas. A eso incorpora 10.000.000 de toneladas adicionales en la categoría Inferidas correspondientes a minas con desarrollo incipiente, exploraciones y manifestaciones.

El denominado Grupo Misud, situado en las inmediaciones del paraje La Amarga produce arcillas caoliníticas seleccionadas y clasificadas para diferentes usos. Según estimaciones de la empresa Piedra Grande SA, concesionaria de los yacimientos, las reservas calculadas de las que denominan «arcillas ferruginosas» son las siguientes:

Reservas medidas: 813.000 t  
Reservas posibles: 1.644.000 t  
Reservas Inferidas: 4.260.000 t  
Reservas totales: 6.717.000 t

Corresponden a 22 pertenencias en las minas Cristalina, José Alejandro, Natalia, Misud SA IV, Misud SA III, Misud SA VII, Misud SA IX, Misud SA X y Beatriz 2da.

Por su parte, Domínguez (1992 inédito) basado en afloramientos y perforaciones estima los recursos en la mina Las Mellizas en 2.000.000 toneladas.

## Agradecimientos

Al Lic. Fernando Pestalardo y a la empresa Servicios Mineros Lozano SA por haber aportado información relati-

Año	Producción en Tm
2005	70.645
2006	158.583
2007	126.915
2008	68.700
2009	86.461

Tabla 1: Producción de Arcillas en la Provincia del Neuquén  
Fuente: Dirección Provincial de Minería del Neuquén 2005

va a sus yacimientos. A Cerámica Neuquén SA por intermedio de los Dres. Eduardo Domínguez y Jorge Vallés por aportar estudios inéditos de las mina Las Mellizas y La Sociedad. A la empresa Piedra Grande SA por la información brindada de sus propiedades mineras.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Allione, J., Pettinari, G., Giaveno, M. & Chiacchiarini, P. 1992. Caracterización de niveles arcillosos presentes en mina Mi Sud y La Beatriz, Depto Zapala, Prov. del Neuquén. IV Congreso Nacional y I Latinoamericano de Geología Económica, Actas: 246-240. Córdoba.
- Angelelli, V., Schalamuk, I.B. & Arrospide, A. 1976. Yacimientos no metalíferos y rocas de aplicación de la región Patagonia-Comahue. Secretaría de Estado de Minería. Anales 17: 1-142. Buenos Aires.
- C.F.I. - Sudamconsult y Asociados S.R.L., 1973. Desarrollo minero del Neuquén. Dirección de Minería del Neuquén.
- Consultores del Plata, Deane Emmet, 1971. Estudio para la explotación de materiales arcillosos (Arcillas y bentonitas) en la prov. del Neuquén. Consejo Federal de Inversiones (CFI). Buenos Aires.
- Cravero, M., Domínguez, E. & Murray, H., 1991. Valores  $^{18}O$  y D en caolinitas indicadoras de un clima templado-húmedo para el Jurásico Superior-Cretácico Inferior de la Patagonia. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 46 (1-2): 20-25.
- Cravero, F., González, I., Galán, E. & Domínguez, E. 1997. Geology, mineralogy, origin and possible applications of some Argentinian kaolins in the Neuquén Basin. Applied Clay Science 12, 27-42. Elsevier.
- Cravero, F. & Domínguez, E. 1999. Origin of sedimentary kaolin in the Neuquén basin, Argentina, as determined by oxygen isotopes. Periodico di Mineralogia, 68, 3, 213-222. Italy.
- Danieli, J.C. 1997. Arcillas. En Geología y Recursos Minerales del Departamento Zapala, prov. del Neuquén. Dirección Provincial de Minería, Boletín Nº 2. Zapala, Neuquén.
- Domínguez, E. 1988. Posición estratigráfica y mineralógica de las capas arcillosas de la Formación Challacó (Jurásico) en rincón del Águila, prov. del Neuquén. Rev. de la Asociación Geológica Argentina, 43(3): 343-355.
- Giusiano, A. & Ludueña, D. 1990. Plan Arcilla. Las arcillas Jurásicas. Informe final. Dirección General de Minería, prov. del Neuquén, Zapala. Inédito.
- Leanza, H. & Hugo, C. 1997. Hoja Geológica 3969-III, Picún Leufú, provincias del Neuquén y Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Boletín 218: 1-135.
- Zavala, C. 1993. Estratigrafía y análisis de facies de la Formación Lajas (Jurásico Medio) en el sector suroccidental de la Cuenca Neuquina, Rep. Argentina. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.