



## ARCILLAS PLASTICAS CAOLINITICAS DE LA PROVINCIA DE CAUQUENES, VII REGION DEL MAULE, CHILE

Carrasco, R<sup>1</sup>. y Gajardo, A<sup>1</sup>.

### INTRODUCCION

Las arcillas plásticas caoliníticas o “*ball clays*” de la provincia de Cauquenes, constituyen uno de los recursos no metálicos más importantes de la VII Región del Maule, debido a su utilización en la elaboración de cerámica blanca, sanitarios y porcelana de mesa. Sus yacimientos abastecen a las fábricas ubicadas en las regiones Metropolitana y VIII, así como a faenas artesanales en la provincia de Cauquenes. Los minerales arcillosos que integran estas arcillas corresponden, fundamentalmente, a caolinita ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), sericita (illita?) ( $\text{KAl}_2(\text{OH})_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})$ ) y montmorillonita ( $(\text{Mg}, \text{Ca}) \text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) (1). La caolinita es el mineral arcilloso principal, cuya composición química teórica es 46,54% de  $\text{SiO}_2$ , 39,5% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y 13,95% de  $\text{H}_2\text{O}$ . Los yacimientos incluyen, además, proporciones variables de minerales no arcillosos, fragmentos líticos y materia orgánica. Estos se presentan como mantos de espesores visibles entre 1,2 y 3,0 m, que se disponen interestratificados con arenas arcillosas, limos y horizontes carbonosos.

El objetivo del presente trabajo es dar a conocer algunos de los resultados de la investigación efectuada por los autores en estos yacimientos, en relación al origen y características de estas arcillas, y a su marco geológico. Esta investigación forma parte de los estudios de recursos no metálicos que desarrolla actualmente el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).

### UBICACION Y MARCO GEOLOGICO REGIONAL

Las arcillas plásticas estudiadas se encuentran localizadas en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa de la provincia de Cauquenes, VII Región del Maule (Fig. 1), específicamente al norte de la ciudad del mismo nombre, a 400 km al sur de Santiago y a 143 km al SW de Talca. Esta área presenta las características de un lomaje suave, de formas redondeadas, que no sobrepasa los 300 m s.n.m., disecado por numerosas quebradas de poca profundidad.

La Cordillera de Costa en la provincia de Cauquenes, está formada, principalmente, por tonalitas y granitos, pertenecientes al Basamento Granítico (2) y a pizarras y esquistos micáceos del Basamento Metamórfico (3), ambos de edad paleozoica. Estas unidades presentan una gran distribución geográfica, aflorando, aproximadamente desde los 33° hasta los 39° latitud sur. En la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa y en discordancia angular sobre las rocas paleozoicas, aflora una secuencia sedimentaria cenozoica (4), compuesta por arenas, arenas arcillosas, limos y horizontes carbonosos, así como por mantos de arcilla plástica de hasta 10 m de potencia visible, que incluye los yacimientos estudiados en esta región. Las características litoestratigráficas de esta secuencia evidencian su depositación en ambientes marinos y lagunares paludales. No obstante su importante distribución longitudinal, entre los 34° y los 39° latitud sur, abarcando un ancho entre 5 y 10 km, esta secuencia sedimentaria no ha sido representada en los mapas geológicos publicados para este sector del país.

### LOS YACIMIENTOS DE ARCILLAS PLASTICAS CAOLINITICAS

Los yacimientos estudiados de arcillas plásticas de la provincia de Cauquenes, corresponden a yacimientos sedimentarios que se ubican a lo largo de una franja de aproximadamente 20 km de largo en dirección NW (1). Esta comienza aproximadamente a 12 km al norte de Cauquenes y termina en el sector de Tenequin, a 32 km al NE de esa ciudad (Fig. 1), e incluye los siguientes depósitos:

<sup>1</sup> Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Santa María 0104, Providencia, Santiago, Chile.  
e-mail: rcarrasco@semageomin.cl

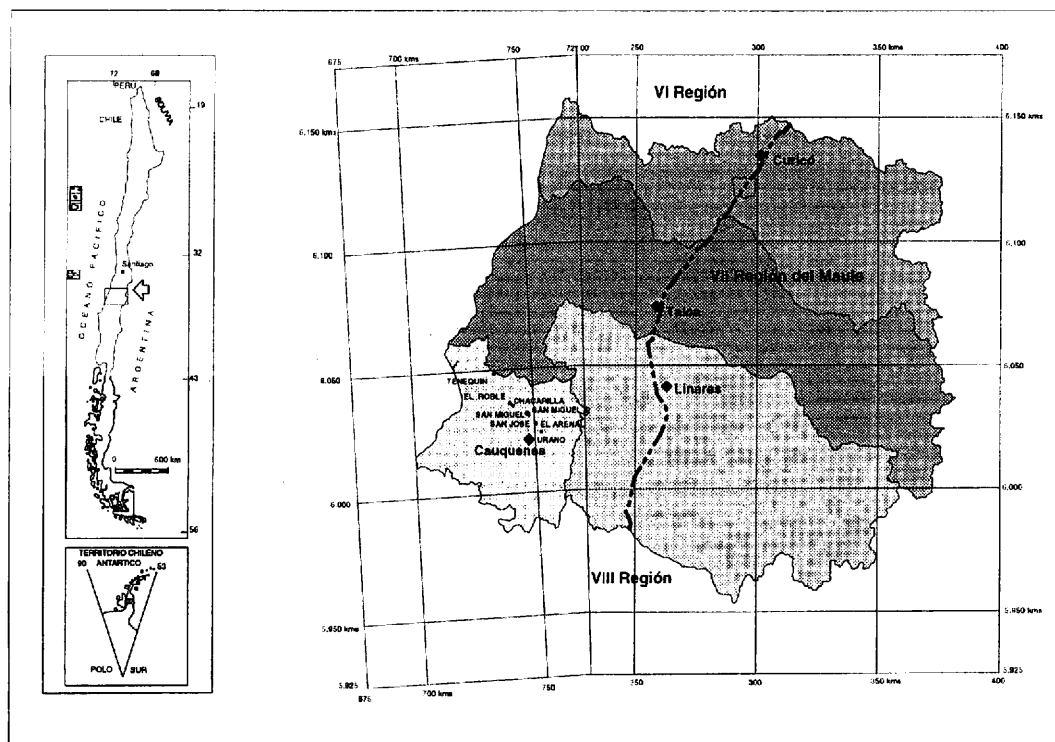


Fig. 1 Mapa de ubicación

**Tenequín:** ubicado a 32 km en línea recta al NW de Cauquenes, a 172 m s.n.m.. Consiste en dos mantos de arcilla contiguos, uno inferior de color gris, de 1,2 m de potencia y uno superior de color gris pardo, de 1,5 m de potencia; su corrida es de aproximadamente de 150 m. Se disponen en concordancia sobre una capa de arena de cuarzo, de mala selección, de 1,4 m de potencia visible. La base de la secuencia es desconocida y la sobrecarga corresponde a suelo, de 4 m de potencia.

**El Roble:** ubicado a 20 km en línea recta al NW de Cauquenes, a 290 m s.n.m.. Comprende un manto de arcilla de color gris oscuro, de unos 3 m de potencia visible; su corrida y base es desconocida y su sobrecarga es una capa de maicillo de hasta 6 m de potencia.

**Chacarilla:** ubicado a 18 km en línea recta al N de Cauquenes, a 290 m s.n.m. Consiste en un manto de arcilla de color gris amarillento, de 1,4 m de potencia visible y corrida desconocida, debido a su escaso desarrollo extractivo. La base de la secuencia es desconocida y la sobrecarga esta compuesta por maicillo y suelo vegetal de espesor superior a 2 m de potencia.

**San Miguel 2:** ubicado a 16 km en línea recta al NE de Cauquenes, a 280 m s.n.m.. Consiste en dos capas de arcilla, la superior de color gris amarillenta, tiene 1,5 m de potencia; la inferior, de color gris tiene 2 m de potencia visible. La base de la secuencia es desconocida y la sobrecarga corresponde a 1 m de espesor de suelo vegetal.

**San Miguel 1:** ubicado a 16 km en línea recta al NE de Cauquenes, a 290 m s.n.m.. Consiste en un manto de arcilla de color gris amarillenta compacta, de espesor superior a 1,5 m, que se acuña hacia el N. El yacimiento presenta una sobrecarga variable entre 5,5 y 7 m; la base de la secuencia es desconocida y actualmente está abandonado.

**San José :** ubicado a 16 km en línea recta al NE de Cauquenes, a 280 m s.n.m.. Consiste en dos capas de arcillas de 4 m de potencia total, la superior de color gris amarillenta y la inferior gris clara. La base y corrida son desconocida. La sobrecarga corresponde a una arena conglomerádica, que constituye una cubierta de hasta 10 m de potencia.

**El Arenal :** ubicado a 14 km en línea recta al NE de Cauquenes, a 267 m s.n.m.. Compuesto por cuatro capas de arcillas, de un espesor total de 9 m que sobreyacen a una capa de arena de cuarzo en parte conglomerádica; su corrida es desconocida. La sobrecarga es una cubierta vegetal de aproximadamente 2 m de potencia.

**Urano:** ubicado a 13 km en línea recta al NE de Cauquenes, a 250 m s.n.m. Consiste en un manto de arcilla de color gris, con un espesor superior a 1,5 m, una corrida entre 100 y 150 m, y de base desconocida. El manto de arcilla, está cubierto por una sobrecarga de maicillo de hasta 4 m de potencia.

La composición química y mineralógica de las arcillas de estos yacimientos, especialmente la presencia de caolinita como principal mineral arcilloso, confirma que ellas corresponden a arcillas plásticas caoliníticas (Tabla 1).

**TABLA 1. Composición química y mineralógica de arcillas de la VII Región (en %)**

	El Arenal	Chacarilla	Tenequín	El Roble	Urano	San Miguel 2	San Miguel 1	San José
	031196-1	031196-2	011096-1	011096-5	300996-2	110496-4	110496-3	110496-5
SiO <sub>2</sub>	52.28	54.91	54.16	47.64	65.31	47.80	55.11	55.69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29.37	28.71	26.63	31.69	21.57	27.58	26.45	22.75
TiO <sub>2</sub>	0.97	0.95	0.91	0.86	0.50	0.79	0.84	0.77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.31	2.64	1.06	4.55	1.65	1.58	4.82	8.47
FeO	0.16	0.08	0.85	0.06	0.11	0.82	0.14	0.08
CaO	0.17	0.06	0.17	0.05	0.14	0.27	0.13	0.11
MgO	0.86	0.52	0.46	0.37	0.36	0.46	0.46	0.35
MnO	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03	0.03	0.09
Na <sub>2</sub> O	0.13	0.05	0.12	0.04	0.15	0.12	0.09	0.12
K <sub>2</sub> O	2.39	2.07	1.88	2.08	3.92	2.00	1.68	2.52
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.07	0.31	0.07	0.07	0.15	0.08	0.14
C	0.03	0.04	2.23	0.05	0.04	4.36	<0.01	0.05
S	<0.01	<0.01	0.33	2.35	<0.01	0.46	<0.01	<0.01
CO <sub>2</sub>			0.37			0.18		
H <sub>2</sub> O	9.86	9.71	10.09	10.17	5.98	13.22	9.90	8.60
Suma	99.62	99.82	99.57	100.01	99.81	99.82	99.74	99.74
	caolinita	cuarzo	cuarzo	cuarzo	cuarzo	cuarzo	cuarzo	cuarzo
	cuarzo	caolinita	caolinita	caolinita	F.p.	caolinita	caolinita	sanidina
	F.p.	F.p.	sericita	sericita	caolinita	sanidina	sericita	caolinita
	montmorillonita		M. O.	hematita	sericita	M. O.		
	sericita			cpy (trazas)		sericita		
						pirofilita		

F. p.= Feldespato Potásico

M. O.=Minerales opacos

cpy= Calcopirita

## ORIGEN DE LAS ARCILLAS

La composición mineralógica de las arcillas plásticas caoliníticas de la provincia de Cauquenes, integrada por caolinita, sericita (illita?) y montmorillonita, permite señalar que su origen se relaciona con un proceso de alteración supérgena. Este proceso implicó la caolinización de los feldespatos y micas de tonalitas, granitos y pizarras paleozoicas que constituyen el basamento local.

La formación de la caolinita, como mineral arcilloso mayoritario, ocurre debido a que el sistema original contiene alúmina, que es insoluble en ambientes de pH entre 4 y 9, condiciones en las cuales la sílice también es disuelta (5). La presencia de sericita y montmorillonita indica una incompleta lixiviación del potasio y del calcio, respectivamente (6).

En consecuencia, la ecuación de formación de la caolinita, es la siguiente (6):



Las condiciones climáticas y morfológicas que permitieron el origen de las arcillas plásticas del sector de Cauquenes, correspondieron, a un ambiente templado a cálido, con precipitaciones superiores a 1.500 mm/año, y a la existencia de un relieve suave con una abundante cubierta de vegetación (7). Esta última habría facilitado la infiltración de las aguas meteóricas, permitiendo los procesos de lixiviación de las rocas del basamento ígneo-metamórfico, favoreciendo la hidrólisis de los feldespatos y la neoformación de minerales para originar como producto principal *arcillas plásticas caoliníticas*. Los posteriores procesos de erosión, transporte y depositación en pequeñas cuencas bajo ambientes de tipo lagunar paludal, de acuerdo al contenido de materia orgánica (Tabla 1), dieron lugar a los yacimientos sedimentarios. La actividad tectónica cenozoica (8) ha sido responsable de la ubicación de estos yacimientos a alturas que varían entre

172 y 290 m.s.n.m. y ha contribuido, junto con los sedimentos de sobrecarga, a preservarlos de los efectos de la erosión.

Las arcillas presentan contenidos de sílice que varían entre 47,64% y 55,69%, y de alúmina, entre 22,75% y 31,69% (Tabla 1). Los yacimientos El Arenal, El Roble y San Miguel 2, se caracterizan por presentar altos contenidos de alúmina, propiedad que permite su utilización en la fabricación de productos refractarios (1). Estos contenidos de alúmina resultan de la prolongación del proceso de caolinización en el ambiente sedimentario (6). El alto contenido de  $Fe_2O_3$  (8,47%) en el yacimiento San José, es producto de la lixiviación de un nivel ferruginoso que separa las capas de arcilla de su sobrecarga de arena conglomerádica.

La composición química y mineralógica de las arcillas en estudio (Tabla 1), permite establecer, en forma preliminar, una separación de los yacimientos sedimentarios, entre aquellos formados, fundamentalmente, a partir de rocas graníticas alteradas y aquellos formados de rocas metamórficas. La presencia de feldespato potásico en las arcillas de los yacimientos El Arenal, Chacarilla y Urano, indicaría su relación genética, principalmente con rocas intrusivas paleozoicas. Urano presenta, además, un alto contenido de  $SiO_2$  (65,31%) que guarda directa correspondencia con el contenido de sílice en las rocas graníticas paleozoicas (9). El origen de las arcillas de los yacimientos Tenequín, El Roble y San Miguel 1, podrían estar relacionado, principalmente, con rocas metamórficas, en especial El Roble, por la presencia de calcopirita en fragmentos líticos (10).

La existencia de sanidina en las arcillas de los yacimientos San Miguel 2 y San José, y de pirofilita en el primero, indicaría el aporte de minerales desde una fuente externa al Basamento Granítico- Metamórfico, constituida por rocas volcánicas intermedias a ácidas. Rocas de tales características, de edad Triásico superior (11), afloran al oriente del área de estudio (12) donde presentan, además, pirofilita producto de alteración hidrotermal (1).

Las arcillas plásticas caoliníticas de los yacimientos El Arenal y Chacarilla, presentan similitud de composición química y mineralógica con las arcillas plásticas caoliníticas de del yacimiento Carlota, de la VIII Región del Bío Bío (4). Las que se habrían originado por procesos de alteración supérgena en las rocas graníticas paleozoicas (Tabla 2).

**TABLA 2. Composición química y mineralógica de arcillas de las Regiones VII y VIII (en %)**

	VIII Región		VII Región	
	Carlota	El Arenal	Chacarilla	
SiO <sub>2</sub>	55.47	52.28	54.91	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27.96	29.27	28.71	
TiO <sub>2</sub>	0.96	0.97	0.95	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.37	3.31	2.64	
CaO	0.22	0.17	0.08	
MgO	0.68	0.86	0.52	
Na <sub>2</sub> O	0.57	0.13	0.05	
K <sub>2</sub> O	1.98	2.39	2.07	
cuarzo		caolinita	cuarzo	
caolinita		cuarzo	caolinita	
Illita?		F.p.	F.p.	
F.p.		montorillonita		
albita		sericite		

F.p. = Feldespato Potásico

### EDAD PROBABLE DE LAS ARCILLAS PLÁSTICAS CAOLINITICAS

La tectónica distensiva que afecta a los yacimientos de arcillas plásticas de la VII Región, se relaciona con el evento de diferenciación morfoestructural del territorio nacional, que se habría iniciado, al menos, durante el Mioceno temprano, alcanzando su máxima expresión en la Fase Geográfica (ca. 3,5 M.a) (8). En consecuencia, el proceso de alteración supérgena en estudio se habría iniciado en el Mioceno inferior tardío, abarcando hasta el Mioceno medio, coincidentemente con el establecimiento de condiciones climáticas favorables a este tipo de procesos en el Margen Pacífico de Sudamérica (13). Estas condiciones han estado presentes en un amplio tramo del sector centro-sur del país, incluyendo la Cordillera de la Costa y las Planicies Litorales, y se evidencian por la gran diversidad de yacimientos de arcillas y caolín relacionados genéticamente con dicho proceso, existentes entre los 34º y los 39º latitud sur (14).

La edad máxima del proceso sedimentario generador de los yacimientos de arcilla plásticas correspondería al Mioceno medio, edad indirectamente determinada por la edad mínima del proceso de alteración supérgena. Su edad mínima debe ser anterior al evento de diferenciación morfoestructural de la Cordillera de la Costa, no obstante no es posible precisarla con exactitud.

## CONCLUSIONES

- De acuerdo a sus características químicas y mineralógicas, las arcillas de la provincia de Cauquenes, VII Región del Maule, corresponden a arcillas plásticas caoliníticas que son utilizadas en la elaboración de cerámica blanca y, también, como arcillas refractarias.
- Las arcillas se distribuyen en una franja de interés para la ocurrencia y prospección de nuevos yacimientos, de 20 km de largo en dirección NW y entre 5 y 10 km de ancho en dirección EW, localizada en la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa.
- Las arcillas han sido originadas por procesos de alteración supérgena en roca intrusivas y metamórficas paleozoicas, de la Cordillera de la Costa, y posteriormente transportadas y depositadas en ambientes de tipo lagunar-paludal, constituyendo yacimientos sedimentarios.
- Su composición mineralógica y química permite diferenciar, en forma preliminar, entre aquellos yacimientos relacionados genéticamente con rocas graníticas y con rocas metamórficas, así como identificar minerales aportados desde fuentes externas al basamento local, constituidas por rocas volcánicas triásicas.
- El proceso de alteración supérgena generador de las arcillas plásticas, habría ocurrido entre el Mioceno Inferior tardío y el Mioceno Medio, y el proceso sedimentario entre el Mioceno Medio y el evento de diferenciación morfoestructural de la Cordillera de la Costa.

## REFERENCIAS

- (1) Gajardo, A. y Carrasco, R. 1997. Recursos no metálicos de la Región del Maule. *Servicio Nacional de Geología y Minería; Gobierno Regional del Maule*. Informe Registrado IR-97-11, 221 p., 2 mapas pleg. Santiago, Chile.
- (2) Muñoz Cristi, J. 1962. Comentarios sobre los granitos chilenos. *Sociedad Geológica de Chile*, Publicación N° 2, p. 15-19. Santiago, Chile.
- (3) González-Bonorino, F. 1970. Series Metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central. *Universidad de Chile. Departamento de Geología*, Publicaciones, N° 24, 68 p. Santiago, Chile.
- (4) Gajardo, A. 1994. Arcillas plásticas caoliníferas de las provincias de Concepción y Arauco, Región del Bío Bío, Chile. *In Congreso Geológico Chileno N°7*. Vols. II, p. 808-811, Concepción, Chile.
- (5) Mason, B. 1952. Principles of Geochemistry. *John Wiley and Sons*, New York. 274 p.
- (6) Murray, H. 1988. Kaolin Minerals. Their Genesis and Occurrences. *In Reviews in Mineralogy* (Bailey, S W.; editor). Mineralogical Society of America, Vol. 19, p. 67-89.
- (7) Galán, E.; Espinoza de los Monteros, J. 1984. El caolín en España. *Edición Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 230 p. Madrid, España.
- (8) Vicente, J. C. 1972. Aperçu sur l'organisation et l'évolution des Andes argentino-chilennes centrales au parallèle de l'Aconcagua. *In International Geologic Congress of Canada*, N° 24, vol. 3, p.423-436.
- (9) Frutos, J.; Oyarzún, R.; Pincheira, M. 1986. Geología y Recursos Minerales de Chile. *Editorial Universidad de Concepción*, 3 Vols. Santiago, Chile.
- (10) Collao, S. y Alfaro, G. 1982. Mineralización sulfurada de hierro, cobre y zinc en la cordillera de la costa, sur de Chile. *In Revista Geológica de Chile*. N° 15, p.41-47, 7 figs., 3 tablas. Santiago, Chile.
- (11) Kerr, P. F. 1959. Optical Mineralogy. Mac Graw Hill. 442 p., il. New York, Estados Unidos.
- (12) Moreno, M.; Hervé, F.; Godoy, E.; Parada, M. A. 1976. Reconocimiento geológico del área de Pocillas, Cauquenes, VII Región. *Departamento de Geología, Universidad de Chile*. Informe Interno, 10 p., 1 mapa, 1 perfil.
- (13) Martínez-Pardo, R. 1990. Major neogene events of the southeastern Pacific: the Chilean and Peruvian record. *In Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology, Elsevier Science Publishers*, 77, p. 263-278, Amsterdam.
- (14) Gajardo, A. 1998. Estudio Técnico-Económico de minerales no metálicos entre las Regiones I y X. *Servicio Nacional de Geología y Minería; Ministerio de Minería*. Informe Registrado IR-98-13, 2 Vols., Santiago, Chile.