

Evolución Geológica y génesis del yacimiento de caolín La Espingarda, Valle Inferior del Río Chubut, características industriales versus tipo de roca madre

La charla ofrecida en ATAC, el 30 de Marzo del 2006 por el Dr. Claudio Iglesias de Piedra Grande SA, corresponde a un breve resumen de la Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Geología de la Universidad Nacional del Sur. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en la cátedra de Geología de Yacimientos, dependiente del Departamento de Geología durante el período comprendido entre el 8 de Abril de 1999 y el 21 de Octubre de 2005, bajo la dirección del Profesor Titular, Dr. Eduardo Domínguez.

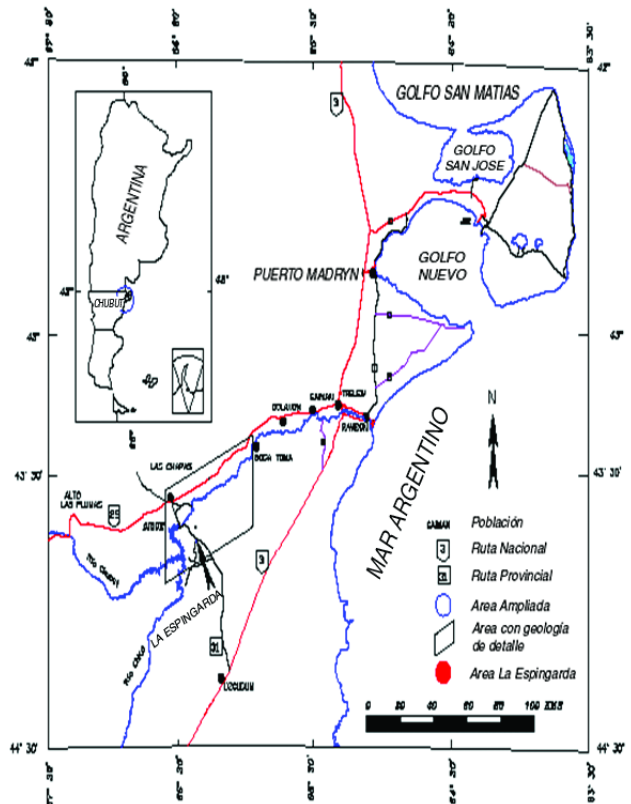
Este trabajo se centra en el estudio de la geología, génesis y aplicación cerámica del caolín extraído del yacimiento La Espingarda, localizado en inmediaciones del Dique Florentino Ameghino, Chubut, Argentina.

El distrito caolinerero del Valle inferior del río Chubut registra, desde hace más de 40 años, una intensa actividad minera cuyo principal destino es la industria cerámica. A pesar de ello, sorprende la escasa información publicada referida a su uso más importante que es el cerámico, aunque existen numerosos estudios referidos a la posibilidad de emplear el mineral para la industria papelerera. Además, el origen del caolín es aún objeto de discusión científica.

Este estudio persiguió entonces dos objetivos, uno fue delinear la evolución de los procesos geológicos acaecidos en el yacimiento, y el otro estuvo centrado en la aplicación cerámica de los caolines, especialmente en la relación existente entre el tipo de protolito, grado de alteración y propiedades cerámicas.

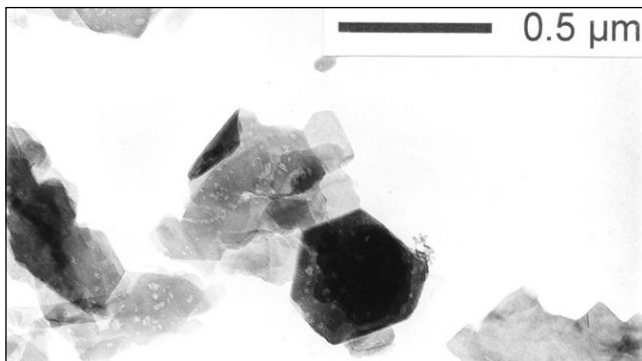
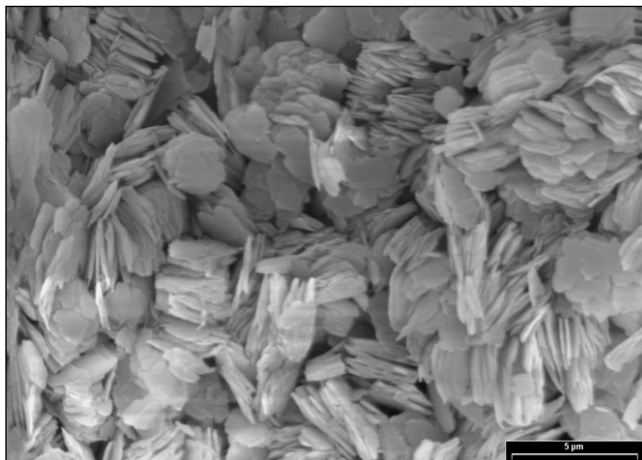
El yacimiento La Espingarda se formó por la alteración *in situ* de rocas volcánicas de la Formación Marifil, que desde el punto de vista geoquímico, se clasifican como riolitas (Lemaitre et al, 1989; Winchester y Floyd, 1977) de la serie subalcalina (Irving y Baragar, 1971) y corresponden a magmas de tipo peraluminoso (Shand, 1927; Maniar y Piccoli, 1989), de alto contenido de potasio y bajos tenores de titanio. Se identificaron cuatro litofacies volcánicas que se describen como ignimbrita riolítica porfírica con biotita (IRPB), ignimbrita lítica gruesa (ILG), riolita fluidal intrusiva (RFI) y tobas de caída (TC). Excepto la última, las demás se encuentran argilizadas y presentan distintos grados de alteración.

La argilización es una caolinización que tiene una forma elipsoidal con el eje mayor de unos 600m que coincide aproximadamente con el trazo de la falla que controla la intrusión de la riolita fluidal. El eje menor es de unos 400m. La máxima profundidad de la alteración se encuentra a los costados de la falla y es de unos 10m, generando una relación de largo a espesor de 60 a 1. La alteración arcillosa presenta una clara zonación vertical y horizontal. Es posible



seguir en los afloramientos el pasaje gradual entre la roca volcánica fresca, compacta y dura hasta la roca completamente alterada, blanda, deleznable, y térrea, conservando su textura original. Los cristales de feldespatos y biotita se hallan completamente reemplazados por caolinita y la mesostásis vítrea se reconoce como una masa terrosa.

La mineralogía es simple, predomina la caolinita con halloysita sub-



ordinada, illita e interestratificados illita-esmectita. Durante la alteración se produce una hidratación con la lixiviación casi total de los álcalis y existe una pequeña adición de azufre y fósforo. Se registran pérdidas de Ca, Fe, Mn; ganancias de Ti y oscilaciones entre ganancias y pérdidas (Goldich, 1938) de Al, Si y Mg entre los elementos mayoritarios. Las tres litofacies argilizadas tienen en común, entre los elementos traza, un enriquecimiento de níquel y empobrecimiento en Cu, Sr y Ba (Hildreth, 1981). Si bien existe una silicificación errática, en venillas, que corta a clastos caolinizados y que contiene caolinita, no se producen anomalías de Au, Ag, As, Sb, Hg, ni Ba (Nelson, 1987).

Los diagramas de Dill (1997, 2000) y de distribución de elementos de tierras raras no arrojan resultados concluyentes para discriminar el origen de la alteración.

La hipótesis de un origen por procesos de intemperismo durante el jurásico superior y el cretácico inferior está basada en un cúmulo de consideraciones: evidencias de un paleoclima cálido y húmedo con lluvias estacionales (Volkheimer, 1967; Archangelsky, 1967; Pothe de Baldis, 1976; Musachio y Chebli, 1975; Lapido y Page, 1978; Pothe de Baldis, 1976), en la existencia de una superficie de paleointemperismo en Santa Cruz, Chubut y Neuquén (Domínguez y Murray, 1995; Cravero et al, 1991 y 1999; Domínguez y Cravero, 1999; Cravero y Domínguez 1999), en la composición mineralógica simple de las rocas alteradas, en la forma tabular y la zonación de la alteración, en la anomalía positiva de cerio (Rankin y Childs, 1976; Bonnot-Courtois, 1981) y en determinaciones isotópicas

sobre la caolinita cuyos valores $\delta^{18}\text{O} \text{‰}$ 18,3; 13,4 y de $\delta\text{D} \text{‰}$ -59,04; -85,0 corresponden al campo supergénico y al límite hipogénico-supergénico respectivamente (Murray y Janssen, 1984).

La influencia hidrotermal estaría sustentada por la relación entre alteración y zona de falla, y por los contenidos de azufre y fósforo, que en las rocas alteradas son levemente superiores al de las equivalentes frescas (Dill, 1997).

Se interpreta entonces que en la alteración intervinieron fundamentalmente aguas meteóricas con un levisimo aporte de temperatura y acidez de vapores hidrotermales que modificaron sutilmente las condiciones fisicoquímicas del agua superficial. Existiría una alteración supergénica primaria sobreimpuesta a la meteorización. La alteración supergénica primaria no sería intensa porque no modificó sustancialmente la composición isotópica del agua, que es compatible con agua meteórica.

El comportamiento cerámico está influenciado de un modo complejo por la mineralogía, la granulometría, la textura, la composición química y la actividad superficial de las arcillas. Una gran gama de propiedades cerámicas pueden ser previstas conociendo la mineralogía y actividad de superficie (índice de azul de metileno). Este último método es uno de los más fiables, simples y económicos de predecir y controlar la respuesta cerámica de los caolines y las arcillas patagónicas.

Los caolines primarios derivados por meteorización sobre las diversas litofacies volcánicas: ignimbrita lítica gruesa (ILG), ignimbrita riolítica con biotita (IRPB) y riolita fluidal intrusiva (RFI) son caolines de grano grueso, caracterizados por una mineralogía caolinita+cuarzo±halloysita±interestratificados y con muy baja actividad superficial, sumatoria de características que los hace inadecuados para cualquier aplicación cerámica a menos que se concentre la fracción arcillosa por medio de un proceso de lavado.

Los productos beneficiados presentan diferencias significativas que permiten agruparlos en dos clases:

1- Derivados de rocas piroclásticas porosas y altamente cristalinas: *Ignimbrita lítica gruesa lavada (ILGL)*. Tienen una paragénesis caolinita+interestratificados illita-esmectita (halloysita), distribución de tamaño de partículas y textura fina, y con una actividad superficial intermedia. Este caolín presenta las mejores propiedades reológicas (los valores más bajos de viscosidad y tixotropía de las barbotinas) así como los mejores comportamientos de colado y secado (los menores valores de pérdida de brillo, contracción y sensibilidad al secado) junto con una buena fusibilidad y una rápida cinética de calcinación. La principal limitación esta dada en el moldeo por prensado, debido a su escasa contribución para densificar y dar resistencia a la rotura a las piezas en verde.

2- Derivados de rocas piroclásticas principalmente vítreas: *ignimbrita riolítica con biotita lavada (RPBL)* y *riolita fluidal intrusiva lavada (RFL)*. El tratamiento de las facies más vítreas produce una asociación dominante halloysita (caolinita), con textura y distribución de tamaño de partículas más fina, junto con valores intermedios de actividad superficial. Estas características aseguran buenas condiciones de colado y de secado, pero limitan el comportamiento de las barbotinas en términos de viscosidad y refractariedad. En efecto, la viscosidad y tixotropía son demasiado altas debido a un efecto combinado entre la presencia de sales solubles y las fibras de halloysita. Esto también interfiere en el comportamiento de prensado ocasionando bajos valores de densidad aparente y resistencia mecánica en verde. Los bajos tenores de óxidos fundentes son responsables de las altas temperaturas de *softening* y valores de absorción de agua de estos caolines.

La aplicación industrial y valoración económica de un yacimiento de caolín depende de la cadena:

Origen geológico → minado y beneficio → composición → aptitud industrial.

Ing. Roberto Marín S.A.

Fábrica de yesos - Molienda de minerales,
Escayolas de moldeo, carbonato, sulfato, talco.

Montecaseros 149 (5600) San Rafael - Mendoza
Telefax: (02627) 430818 - Telefax: 11- 4861-770
ingmarin@infovia.com.ar



Centauro Química SRL Importación de productos químicos

Libertad 3438 - (1602) Florida
Tel.: 4760-6777 / 0988 - Telefax.: 4761-7877
info@centauroquimica.com.ar www.centauroquimica.com.ar

Cia. Minera y Constructora Luis Marconi S.A.

Extracción y Venta de Arcilla Blanca y Roja

Alberdi 57 - (7000) Tandil
Telefax: (02293) 436071, 433644 mineramar@hotmail.com

Compañía Minera Aries S.R.L.

Tel.: (02962) 452414 - Santa Cruz

Venta de arcillas naturales en trozos, a granel o embolsada,
directamente de canteras propias en Pcia. de Santa Cruz

Pedidos en Bs. As.: Telefax: (54-11) 4662-1141

Eduardo José Benítez

Minerales para uso cerámico

Cuarzo - Feldespato - Bentonita - Carbonatos - Etc.

ARCILLAS ROSADA Y BLANCA

Tel.: 4641-4088



FABRIYES S.A.

Fábrica de Yesos Especiales. Línea tradicional para
CERÁMICA, PORCELANA Y SANITARIOS
Nueva línea YESO PARA VITROFUSIÓN

Cafayate 686 - (1408) Buenos Aires, Argentina
Tel.: 4644-2616, 15- 6383-9659

Servicios Mineros Lozano S.R.L.

Int. Mango 220 - (8300) Neuquén - minerloz@infovia.com.ar
Tel./Fax: (0299) 4471711 - Tel.: 4482884

**Caolín - Carbonatos - Baritina - Bentonitas -
Diatomea - Arcillas: Rojas y Blancas**

Servicios de extracción de minerales y perforaciones

QUIMICA FIDIAS

Materias primas y elaboradas para la industria
**Cerámica y Galvánica - Pigmentos
Cloruros - Oxidos - Sulfatos - Carbonatos**

Cafferata 2245 1826 R. de Escalada
Telefax: 4248-2041/6525
quimicafidias@hotmail.com



HERMAN AUST E HIJOS S.C.A.

Arcilla plástica para fabricación de cerámica para piso, ladrillo hueco y teja.
Explotación y servicios de trituración de 30 y 150 Tns/Hs.

Destape yacimientos. Voladuras. Alquiler de maquinarias. Perforadora,
topadora, cargadora frontal, retroexcavadora, compresores. Consultores
mineros. Transporte fuera de ruta -35 Tns. Equipos volcadores

Av. Centenario 2267 - (7403) Sierras Bayas. Olavarría.
Tel.Fax: 02284-492131 / 492411 . hermanaust@vaf.com.ar



ARJAP MINERALES

Cuarzo, Mica, Feldespato y otros

Alsina 1928 - 1° B - (1042) Buenos Aires - Tel.: 4952-1582
Rivadavia 1045 - 6° B - (4700) Catamarca - Tel.: (03832) 480100
arjapminerales@hotmail.com 19 a 20 hs.

CAMUATI S.A.I.C.



- Caolines • Arcillas • Talcos • Pirofilitas • Baritas
- Carbonato de Calcio

Administración y ventas:

24 de noviembre 465, dto. A. Bs. As. ventas@camuati.com, Tel.: 4911-1342

Planta Industrial:

Ruta Prov. N° 86 Km138,2
Benito Juarez - Bs. As.

COMPAÑÍA COMERCIAL PELTENBURG S.A.

Minerales para la industria del vidrio, fibra de vidrio,
cerámica, pintura, polímeros, agricultura y construcción.
Sulfato de Bario, Bauxita, Bentonita, Sulfato de calcio, Carbonato de
calcio, Boro, Cromita, Cal, Oxido de hierro, Dióxido de manganeso,
Wollastonita, Hidromagnesita

Pte. R.S. Peña 846, 4°. Bs. As. Tel:43287051/7790 ccp@peltenburg.com.ar



TERMOBORO S.R.L.

Elaboradora de BÓRAX en polvo

Parque Industrial Palpalá, Pcia. de Jujuy
Consultas: jsteiner0@fibertel.com.ar

Alfredo Stocco Minerales

BENTONITAS

España 246 - (5507) Luján de Cuyo.
Tel./Fax:(0261) 4980 335, 4982 593

Bentonita - carbonato de calcio - mica - dolomita - fluorita natural
y flotada - talco - serpentina - cuarzo - feldespato - grafito

Carola Lorenzini 1920 - Torre A, of.3 P. B.
5501 - Godoy Cruz- Mza. Tel./fax: 0261-425 1229 - nuevomilenio@arnet.com.ar

Nuevo Milenio S A

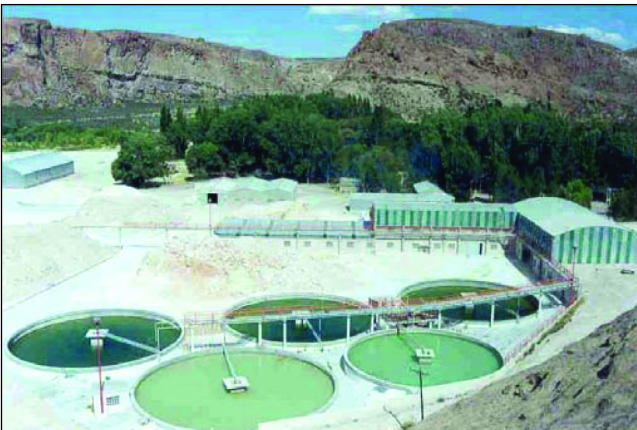
Control de calidad aplicado a materias primas cerámicas

Síntesis de la charla dada por el Ing. Juan Carlos Factorovich, Gerente Técnico y Comercial de PIEDRA GRANDE S.A. y P.G. LA TOMA S.A., el 30 de marzo del 2006, en la sede de ATAC

Realizar un exhaustivo control de calidad en las materias primas es un pilar fundamental en la producción de cerámicos conforme a las más altas especificaciones del mercado.

Muchas de las propiedades características de los cuerpos cerámicos en crudo y cocido están fuertemente relacionadas con magnitudes físicas que pueden ser obtenidas contando con la instrumentación adecuada. Entre ellas podemos mencionar el análisis químico, distribución de tamaños de partículas, análisis mineralógico, superficie específica, etc. Disminuir su variación en base a la oferta de materiales consistentes a lo largo del tiempo garantizando la estabilidad de los productos que con ellos se fabrican, se ha tornado en uno de nuestros principales objetivos como empresa proveedora. Pero en cerámica, muchas de las cualidades de un material se nos presentan como atributos en vez de variables (ejemplo: la plasticidad, la fusibilidad, las contaminaciones discretas, etc). Mediante la implementación de nuevas técnicas de laboratorio estamos logrando eliminar esta subjetividad del observador de turno obteniendo mediciones cada vez más confiables.

Las Arcillas y Caolines son minados en las provincias de Chubut, Neuquén y Santa Cruz. Contamos además con una moderna planta de beneficiamiento ubicada sobre el margen Norte del Río Chubut, 7 kilómetros aguas abajo del Dique Florentino Ameghino.



Esta planta cuenta con un moderno laboratorio equipado con viscosímetros, dilatómetro, distribución de tamaños de partículas, deprimómetro, prensas, mufas, etc. Los controles que se realizan figuran en la Tabla 1. Allí puede observarse cómo, desde la extracción hasta el acopio y despacho, las materias primas son evaluadas. Muchas de las mediciones se vuelcan en gráficas de Control Estadístico de Proceso que permiten contrastar los límites de control versus la especificación fijada. La plasticidad, quizás uno de los atributos más difíciles de plasmar en mediciones rutinarias, se realiza por diversos métodos como Atterberg, Pfefferkorn, Linsais, etc. En el caso del Feldespato y Cuarzo, estos son producidos en nuestra instalación fabril ubicada en la ciudad de La Toma, provincia de San Luis, alcanzando una producción mayor a 12.000 ton/mes. Los yacimientos se ubican en San Luis, Córdoba, San Juan y La Rioja. El método de producción se basa en trituración y molienda continua utilizando automatización por PLC y el más moderno laboratorio.

Los controles que se realizan pueden observarse en la Tabla 2. Gracias a nuestro equipo de análisis químico por fluorescencia de rayos X, se monitorea toda la producción realizando un estricto seguimiento de los óxidos que componen los *blends* que se producen. Poniendo especial énfasis en la estadística, se ordenan los resultados para permitirnos realizar ajustes y mejoras continuas.



Con respecto a la fusión, realizamos diversas probetas como cilindros y conos que, sometidos a ciclos de cocción similares a los de nuestros clientes, son evaluadas mediante la utilización de técnicas de análisis de imágenes por computadora.



Concluyendo, el profundo conocimiento de nuestros yacimientos y procesos nos permiten ofrecer al mercado de los productores cerámicos, materias primas capaces de:

- Mantener estable el proceso cerámico
- Tomar decisiones en tiempo y forma
- Evaluar las mejoras del proceso productivo
- Evitar mayores costos por material fuera de especificación
- Satisfacer las especificaciones del cliente.

	VERDE										COCIDO				
	Inspección Visual	Residuo	Densidad	Análisis Químico	Análisis Mineralógico	Colado/Prensado-Dens. Ap.	Resistencia Mecánica	Curva de Bigot	Sulfatos Solubles	Contracción Húmedo Seco	Resistencia Mecánica Verde	Resistencia Mecánica Cocido	Absorción de Agua	Color	Contracción Total
EXTRACCION	■														
CONFORMACION DE PILAS	■														
ACOPIO EN PLANTA	■														
TRITURACION	■														
DESLEIDO	■														
TAMIZADO	■														
HIDROCLONADO GRUESO	■														
HIDROCLONADO FINO	■														
DECANTACION	■														
FILTROPRESADO	■														
ACOPIO DESPACHO	■														

Tabla 1: Controles realizados en la producción de Arcillas y Caolines.

	Inspección Visual	A. Químico	Cono de Fusión	Residuo	Carbonatos	Conductividad	Color
MATERIA PRIMA	■						
PROPIUESTA DE FORMULACION	■						
TRITURACION DEL MATERIAL	■						
SILOS EXTERIORES	■						
SILOS INTERIORES	■						
MOLIENDA Y ENVASADO	■						
LOTE: 70 Tn	■						
PLANIFICACION DE LA CARGA	■						
CAMION	■						

Tabla 2: Controles realizados en la producción de Feldespato y Cuarzo

BENTONITAS

1. USOS Y ESPECIFICACIONES

1. Usos

Las bentonitas y las arcillas relacionadas encuentran una considerable variedad de usos. Seguidamente se mencionan las aplicaciones más importantes y otras de menor relevancia:

- Lodos para perforación: La principal razón para usar bentonita es para incrementar la viscosidad del lodo, permitiendo transportar efectivamente los detritos de roca a la superficie.
- Arenas de fundición: es por lejos, la bentonita, el ligante más importante usado en arena ligada por arcilla. Los diferentes tipos de bentonita exhiben variaciones considerables en las propiedades importantes para arenas de fundición.
- Ingeniería Civil y Construcciones: es usada para la construcción de paredes de dilatación, lechadas, impermeabilización de lagunas y diques de irrigación, y para la realización de túneles.
- Revestimientos y barreras: idealmente conveniente para usar como un impermeabilizante.
- Construcción: en excavaciones, los barros de bentonita son usados para proveer soportes de paredes no mecánicos. Los barros de bentonita también pueden ser usadas como un lubricante para el hinchamiento del molde, perforación de pilotes y fundaciones similares. También son usadas en una gran variedad de materiales de construcción incluyendo ladrillos, cemento portland, productos de yeso, caños para cloacas y azulejos.
- Otros usos menores
- Cerámicas: mayormente usada como un agente de suspensión y plastificante en vidrios. También mejora la resistencia del film aventajando al revestimiento, y reduce el desgaste durante las operaciones manuales subsecuentes. En porcelanas eléctricas, la bentonita es usada como un plastificante que incrementa la resistencia en seco y quemado y reduce la absorción.
- Electrodo para soldadura: son usados como estabilizadores del arco, protectores de grupos de soldaduras, agentes de fundición, modificadores de escoria, agentes de ligante y extrusión y pigmentos.
- Pinturas: son usadas en pinturas tixotrópicas o impermeables.

2. especificaciones Técnicas

- Arenas de fundición: Las especificaciones para la bentonita desarrolladas para las asociaciones de la industria de la fundición cubren propiedades tales como contenido de humedad, índice de gelatinamiento, valor pH, propiedades de calentamiento y ligante y límite líquido. El límite líquido es una medida de la habilidad para retener agua que fluya y debería estar al menos en 525 de acuerdo a las especificaciones del Steel Casting Research & Trade Association (SCRATA). No obstante, cada fundición tiene sus propias especificaciones para las resistencias de arena en verde, seca y caliente, dependiendo del tipo de metal, tamaño del colado y proceso de colado.
- Especificaciones para revestimientos y barreras: la tabla muestra las especificaciones para arcillas de sellado

Capa de permeabilidad	Tasa de pérdida 0,005ft/día o menos
Filtro de permeabilidad	Tasa de pérdida 10ml/minutos o menos
Índice de hinchamiento libre	50% o más
Producción coloidal	Peso % de material de fina granulometría
Contenido de arena	Peso % retenido sobre 200 mallas

Fuente: Roskill

- Peletización de mineral de hierro: no están estandarizadas las especificaciones, pero las pautas son 70 a 90% pasante 44 micrones, 10% de humedad.
- Catalizador: las esmectitas deben ser extremadamente puras con muy bajo contenido de hierro.

BORATOS

USOS Y ESPECIFICACIONES

1. Usos

Los principales usos de los boratos, no han cambiado mucho en esta última década.

Las aplicaciones más importantes en el sector son:

- Industria de esmaltes y cerámicas
- Vidrio y fibra de vidrio
- Retardador de fuego

A lo largo de los años se sigue en la búsqueda de nuevas aplicaciones, donde se incluyen, entre otros, componentes anti corrosivos, adhesivos, abrasivos, procesos metalúrgicos, etc.

Unos de los usos más publicitados, es en super-ímanes, donde aleaciones de borato con metales alcalinos raros, níquel y hierro pueden ser utilizadas para construir electroimanes para drives de computadoras, parlantes de alta fidelidad, mecanismos de arranque de motores y varias otras aplicaciones.

2. Especificaciones Técnicas

El mineral se comercializa y su precio se basa en el contenido de B_2O_3 .

La colemanita calcinada concentrada contiene aproximadamente 42% B_2O_3 con As (elemento penalizado) entre los rangos 30 - 2.000 ppm; el ácido bórico grado técnico contiene 56,3% B_2O_3

La siguiente tabla muestra la composición de las fibras de vidrio y cerámica que contienen boro (% en peso).

Se presentará sólo esta especificación con el objeto de ser indicativa, sin descartar la existencia de otras, que por no estar disponibles no se pudieron mostrar en este informe.

Tabla 1: Composición de las fibras de vidrio y cerámica contenedoras de boro.

	Vidrio C	Vidrio D	Vidrio E	Fibras Cerámicas
SiO	65,0	74,0	54,5	52,9
Al ₂ O ₃	4,0	--	14,5	45,1
Fe ₂ O ₃		0,2	0,5	<0,1
B ₂ O ₃	5,0	22,5	7,5	0,08
CaO	14,0	0,5	17,0	--
MgO	3,0	0,2	4,5	--
Na ₂ O	0,5	1,0	0,8	<0,2
K ₂ O	8,0	1,5	--	--
BaO	1,0	NA	NA	--
TiO ₂	NA	NA	0,1	1,7

Fuente: The Industrial Minerals HandyBook II

www.segemar.gov.ar