

MATERIAS PRIMAS: IMPORTANCIA DE SU CONOCIMIENTO PARA LA FORMULACIÓN CERÁMICA

Lic. Roberto Hevia

Las reacciones entre sólidos en una microestructura cerámica están enormemente influenciadas por la naturaleza de las materias primas, no sólo en lo que se refiere a las velocidades de reacción, sino también en cuanto a las temperaturas en que estas reacciones se producen. Por esta razón, materiales de igual o parecida composición química, pero con diferentes naturalezas cristalinas o distintos tamaños de grano, pueden presentar diferentes velocidades de reacción, y en consecuencia, dar origen a que las temperaturas en las cuales se inicia la formación de fase vítrea, o la sinterización, sean diferentes de unos casos a otros. De aquí el papel fundamental que juegan las materias primas que intervienen en toda formulación cerámica.

Para la planificación de una formulación cerámica es necesario disponer de varios componentes, cada uno de los cuales contribuye a mejorar o bien un aspecto del proceso de fabricación o bien una propiedad del producto. Hasta las pastas más simples, como por ejemplo las de ladrillos que a veces están constituidas por una o dos arcillas, son realmente mezclas de diversos minerales que componen la roca arcillosa.

Las propiedades de los productos cocidos dependen de su microestructura, la cual está caracterizada por la naturaleza, proporción, tamaño, morfología y orientación de cada una de las fases presentes y por sus relativas disposiciones. Esta microestructura denominada "microestructura final" depende por una parte de la microestructura inicial y por otra del ciclo de cocción usado incluyendo las interacciones con la atmósfera del horno. La microestructura inicial a su vez depende de la naturaleza, proporción, tamaño de grano y morfología de las materias primas empleadas y de la proporción de los vehículos temporarios (como el agua) usados para facilitar el moldeo.

El conocimiento teórico de las propiedades básicas de las materias primas, es la principal necesidad de cualquier ceramista, quien no puede poner a punto procesos tales como conformado, secado, horneado y esmaltado, sin tener información respecto de las propiedades mineralógicas, físicas y químicas de los minerales y de los componentes presentes en las materias primas cerámicas.

Las materias primas se utilizan en su mayoría luego de un tratamiento (molienda, lavado, etc.), de acuerdo con los requerimientos del producto final. Dado que la pasta cerámica se prepara por vía húmeda se puede decir que está integrada por dos grupos de materias primas, uno de los cuales aporta plasticidad y el otro, contrariamente ejerce un efecto de regulación de dicha propiedad.

Tabla N°1	
Materias Primas cerámicas	
PLÁSTICAS	NO PLÁSTICAS (ARIDOS)
ARCILLAS CAOLINES BENTONITA	CUARZO FELDESPATO CALCITA DOLOMITA TALCO PIROFILITA

Las materias primas plásticas (arcilla, caolín y bentonita) confieren importantes características en la etapa de conformación de las piezas cerámicas, tales como la trabajabilidad y la resistencia mecánica en crudo, como así también durante el proceso térmico, en la conformación de la microestructura y el desarrollo del color del cuerpo.

Las materias primas no plásticas o áridas, también actúan en la etapa inicial de conformación y además de favorecer el proceso de secado, disminuyen la contracción de las piezas durante dicho proceso. Sin embargo estas materias primas desempeñan el papel más importante en la etapa del proceso térmico, controlando las transformaciones cristalinas, las deformaciones y la sinterización.

Materias primas plásticas

Según la forma en que se originan las arcillas, se distinguen dos tipos de yacimientos:

- a) Los yacimientos de tipo residual, también llamados primarios, que se forman por alteración local de rocas ígneas, volcánicas o plutónicas.
- b) Los yacimientos de tipo sedimentario o redepositados, también llamados secundarios, porque se forman por acumulación, previo transporte, de los productos de alteración del tipo anterior.

Por eso hay que tener en cuenta la composición mineralógica de una arcilla, ya que depende de la roca originaria y de las condiciones de formación de la misma.

La alteración in situ de rocas ígneas feldespáticas conduce a la formación de arcillas caoliníticas. Esto ocurre, en general, bajo condiciones de climas lluviosos subtropicales y tropicales.

En cambio los yacimientos sedimentarios tienen la ventaja de una selección natural, tanto en el tamaño de los granos como en las especies minerales presentes.

En el caso de la caolinita, cuando esta es de origen residual sus cristales están bien formados, en cambio la caolinita sedimentaria, en general muestra los efectos del transporte con partículas rotas. Por la misma razón posee un tamaño de partículas más fino, más reactivo y con un índice de plasticidad mayor.

Los depósitos de caolín son generalmente de origen primario, o sea que permanecen en el mismo lugar donde se generó la roca madre y no han tenido transporte; los yacimientos secundarios han sido objeto de alejamiento y redeposición en ambientes acuosos, que han concentrado y seleccionado las partículas más finas mezclándolas con materiales de origen orgánico vegetal.

Las arcillas caoliníticas de origen secundario se caracterizan por su gran plasticidad debido al menor tamaño de sus partículas, su reactividad, y al aporte de materiales plastificantes de origen orgánico y mineral que se adosaron en el proceso de decantación.

Lo que comúnmente se denomina arcilla, corresponde a una roca compuesta por minerales arcillosos y minerales no arcillosos (cuarzo, feldespato, mica, etc.), mezclados con impurezas de variada proporción (materia orgánica, óxidos e hidróxidos de hierro, de manganeso, sales de calcio y magnesio).

Una de las propiedades más destacadas que aporta una arcilla a una pasta cerámica, es que cuando esta se mezcla con agua forma una masa coherente, es posible de ser moldeada de cualquier forma (estado plástico).

Clasificación mineralógica de los minerales arcillosos

Los minerales arcillosos son aluminosilicatos hidratados, con estructura laminar. Dicha estructura se caracteriza por la superposición de láminas con un ordenamiento atómico de oxígeno en forma tetraédrica y octaédrica. Los huecos tetraédricos se ocupan con Si⁴⁺. Los cationes que ocupan los huecos octaédricos son Al³⁺, Mg²⁺, Fe²⁺³ y otros.

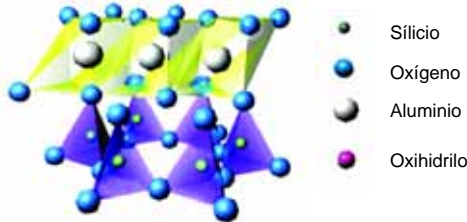
Los minerales arcillosos constituyentes de las arcillas se distinguen en tres agrupaciones principales: grupo de la caolinita, grupo de la montmorillonita y grupo de la illita.

La clasificación se basa principalmente en el número de láminas que conforman cada capa, y en las cargas negativas que surgen del intercambio isomorfo dentro de la estructura laminar.

Grupo de la caolinita

Está constituido por: caolinita, halloysita, dickita y nacrita, con una fórmula general:

$Al_2Si_2O_{10}(OH)_2$. La estructura se forma por la superposición bilaminar de tetraedros y octaedros. Debido a la neutralidad eléctrica este grupo se caracteriza por tener un escaso intercambio de cationes y por lo tanto tener una mayor estabilidad química, que determinará el comportamiento tecnológico de la arcilla.



Las arcillas blancas constituidas por minerales de este grupo se denominan comercialmente "caolines". Estos se distinguen comparativamente con las demás arcillas, por tener un tamaño de partícula mayor, menor contenido de hierro y menor plasticidad.

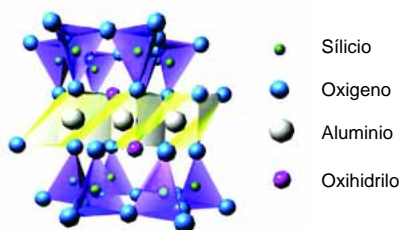
Grupo de las montmorillonitas

Dentro de la familia de las arcillas y a diferencia del grupo de las caolinitas - cuya estructura atómica está formada por capas bilaminares de tetraedros de Si^{+4} y octaedros de Al^{+3} y que son poco reaccionables - el grupo de las montmorillonitas se caracteriza por estar formado por capas trilaminares, constituidas por dos láminas de octaedros de Al^{+3} , unidas entre ambas por una capa de tetraedros de Si^{+4} . En el retículo de las capas trilaminares se producen muchas sustituciones isomorfas, es decir el reemplazo de iones de igual radio atómico, pero de distinta valencia. Esto origina un desbalance eléctrico y aumenta la capacidad de reacción.

Además las capas trilaminares se unen entre sí por débiles ligaduras que son liberadas por simple hidratación, dejando más superficie reactiva libre y produciendo una expansión o hinchamiento del mineral.

Cuando el Al^{+3} del estrato octaédrico es totalmente reemplazado por Mg^{+2} , el mineral se llama saponita, y si el aluminio es reemplazado por Fe^{+3} , se llama nontronita.

La montmorillonita pobre en magnesio, con gran sustitución del Si^{+4} por Al^{+3} se llama beidellita.



Las arcillas de este grupo reciben el nombre de bentonitas debido al nombre de un lugar llamado Fort Benton en los Estados Unidos, donde se comenzaron a explotar unos minerales arcillosos muy ricos en montmorillonita, que se caracterizaron por tener partículas extremadamente finas, que además tienen la propiedad de hincharse con el agua formando geles muy estables y viscosos. Estas pro-

piedades reológicas son una consecuencia de su estructura laminar expandible (hinchamiento).

En resumen las propiedades físicas y físico-químicas que caracterizan a una bentonita se derivan de:

- extrema finura de partículas
- exfoliabilidad
- elevado potencial eléctrico
- alta relación superficie a espesor
- gran capacidad de intercambio iónico

Estas cualidades que distinguen a una bentonita del resto de las arcillas, son destacables en el momento de diseñar una formulación cerámica.

Con el uso de bentonita en una pasta cerámica se consiguen los siguientes beneficios:

- aumento de plasticidad de las pastas.
- aumento de resistencia mecánica en crudo
- mejora de la terminación en crudo de las piezas (superficies más lisas)
- mejora del color quemado del bizcocho (con bentonitas de bajo porcentaje de hierro)
- gran poder de suspensión para esmaltes
- efecto lubricante y ligante en los procesos de prensado en seco y semiseco

Las bentonitas recomendadas para uso cerámico son las cálcicas-magnésicas porque son las únicas que tienen bajo hinchamiento.

Grupo de la Illita

La estructura cristalina de la illita o hidromica es semejante a la montmorillonita, la diferencia consiste en que en la illita, los estratos están ligados por iones potasio en vez de agua, lo que le confiere la exfoliabilidad característica de las micas.

Los minerales de este grupo tienen la propiedad de vitrificar por la presencia de iones alcalinos y alcalinotérreos en su red cristalina. Esto tiene importancia en el diseño de pastas gresificables a una temperatura menor de la estándar.

Materias primas no plásticas

Hay una cantidad de materias primas que están constituidas por minerales, rocas y productos químicos que cuando son mezclados con agua, no poseen plasticidad. Estas materias primas (áridos) tienen una influencia importante sobre las propiedades físicas y químicas de la cerámica en crudo y durante el proceso de cocción. Actúan como carga, como reductores de la plasticidad o de la contracción del cuerpo durante el secado y posteriormente después de la cocción.

Otras de estas materias primas se usan para provocar la sinterización o para incrementar la formación de la fase vítrea, mientras otras se usan para incrementar la refractariedad.

Algunas materias primas influyen sobre la capacidad aislante del material cerámico, aumentando la porosidad y disminuyendo la densidad aparente.

Los ÁRIDOS, para ser utilizados en una pasta cerámica, deben ser sometidos a un proceso de molienda hasta llegar a un tamaño fino de partículas granulares (Malla IRAM 200). Estas partículas que tienen tamaños superiores a las que constituyen el estado coloidal, no experimentan contracción alguna durante el proceso de secado.

El árido o desgrasante cumple las siguientes funciones:

- a) Limitar la contracción de la pasta tanto en el secado como en la cocción.
- b) Facilitar la eliminación de las sustancias volátiles de la pasta
- c) Disminuir el tiempo de secado y facilitar el acortamiento de los ciclos de cocción.

Las materias primas áridas pueden ser de diferentes tipos:

1) Granos cristalinos compactos que sufren transformaciones polimórficas con cambio de volumen y que son escasamente reactivos a la temperatura de cocción.

1.1. Cuarzo

El cuarzo es uno de los minerales de mayor abundancia en la corteza terrestre y está presente en la mayor parte de las composiciones cerámicas.

Conviene señalar que la presencia del cuarzo en las pastas cerámicas puede ser deseable por sus acciones físicas, por sus acciones químicas o por ambas a la vez.

En ciertas pastas como en las porcelanas, lozas y en algunas composiciones de gres se agrega específicamente al componer la fórmula. En otras pastas, como las de fabricación de ladrillos para la construcción o tejas, interviene en calidad de mineral accesorio de las rocas arcillosas.

El cuarzo, al igual que las demás materias primas áridas, disminuye la plasticidad de las masas y su contracción por secado. Al mismo tiempo ejerce un control sobre la porosidad y aumenta la velocidad de secado de las piezas moldeadas.

La adición de cuarzo en general reduce la contracción y la deformación durante la cocción, aumentando la blancura de los productos cocidos. También aumenta la dilatación de los productos cocidos y disminuye la de los vitrificados; esto es debido a que el coeficiente de dilatación de la sílice cristalina es mayor que el de la materia prima arcillosa, mientras que el de la sílice en estado vítreo es mucho menor. Esta situación debe ser tenida muy en cuenta por el ceramista, para evitar desajustes dilatométricos entre la pasta y el esmalte que la recubre, que pueden ocasionar el cuarteo de dicho esmalte. La presencia de cuarzo, en las barbotinas de colado, facilita los procesos de transferencia del agua desde la barbotina al molde, acelerando el proceso global.

Cuando se trata de productos que se han de cocer a bajas temperaturas, el cuarzo interviene en muy escasa medida en las reacciones químicas, y los productos resultantes, ya cocidos, poseen una cantidad de cuarzo residual no muy distinta de la que tenía la composición original. Por el contrario en los productos cerámicos que se cuecen a temperaturas más elevadas, el cuarzo, además de cumplir unas funciones físicas, interviene químicamente en las reacciones, disolviéndose en los magmas fundidos y, en algunos casos, transformándose en cristobalita.

2) Granos cristalinos compactos que no sufren peligrosas transformaciones polimórficas con cambio de volumen, pero son reactivos, como los feldespatos, talcos y carbonatos.

2.1. Feldespato

Los cálculos geoquímicos indican que el 60% de la corteza terrestre está formada por feldespatos. De éstos, solo una pequeña parte puede ser utilizada en la industria cerámica, ya que la mayoría de los feldespatos se presentan en rocas de grano fino y contaminadas por minerales de hierro.

Los principales feldespatos utilizados son:

- ortoclasa (monoclínica), microclina (triclínica) - $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
- albita (triclínica) - $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
- anortita (triclínica) - $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$

Las soluciones sólidas de albita y anortita se conocen como plagioclasas y las soluciones sólidas entre ortoclasa y albita se cono-

cen con el nombre de pertitas cuando predomina la ortoclasa, y de antipertitas cuando predomina la albita.

Los feldespatos desempeñan el papel de fundentes en las masas

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y PROPIEDADES FÍSICAS				
	ORTOCLASA $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	MICROCLINA $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	ALBITA $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	ANORTITA $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$
SiO ₂	64,7	64,7	68,7	43,2
Al ₂ O ₃	18,4	18,4	19,5	36,7
CaO	-	-	-	20,1
K ₂ O	16,9	16,9	-	-
Na ₂ O	-	-	11,8	-
SISTEMA CRISTALINO	MONOCLÍNICO	TRICLÍNICO	TRICLÍNICO	TRICLÍNICO
IND. DE REFRACCIÓN	1,524	1,526	1,529	1,584
DENS. REAL (g/cm ³)	2,56	2,56	2,605	2,76
PUNTO DE FUSIÓN	1200°C	1200°C	1100°C	1530°C

cerámicas y proveen las primeras fases líquidas que aparecen durante la cocción en cuyo seno tienen lugar importantes fenómenos de disolución y precipitación. Al mismo tiempo constituyen la base química de la composición del vidrio residual que directamente condiciona las propiedades finales del producto cerámico cocido. La fase vítrea tiene también la responsabilidad de modificar gradualmente la porosidad abierta inicial de las piezas cerámicas crudas hasta llegar finalmente a texturas cerradas en las cuales sólo existe una pequeña cantidad de porosidad interna.

El feldespato sódico tiene un punto de fusión inferior al potásico, pero tiene el inconveniente de producir fases líquidas con baja viscosidad que favorecen la deformación del cuerpo cerámico.

2.2. Talco

El talco $Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$, resulta de procesos metamórficos e hidrotermales, siendo su estructura trilaminar similar a la de la montmorillonita pero con las posiciones de los Al³⁺ ocupadas por Mg²⁺. Es la materia prima más importante en la fabricación de pastas de clinostatita (60-90%) para la fabricación de aisladores eléctricos de alta frecuencia. Este material es conocido como "esteatita". También es insustituible en la composición de masas cordieríticas, que tienen como característica principal, un bajo coeficiente de dilatación térmica.

Se usa en cantidades de hasta 15%, en masas de cuerpos porosos, para mejorar la resistencia mecánica y reducir el cuarteo del esmalte, debido a la absorción de humedad.

2.3. Carbonatos

Los depósitos de carbonatos se encuentran principalmente en yacimientos sedimentarios metamórficos y en rellenos de fisuras. De acuerdo al constituyente principal se dividen en calizas:

- Cálcicas ($CaCO_3$)
- Dolomitas ($CaMg(CO_3)_2$)
- Magnesitas ($MgCO_3$)

En la naturaleza existen diversas transiciones entre ellos. En las calizas y dolomitas puede presentarse cuarzo y sustancia arcillosa. Aunque tanto los óxidos de calcio y magnesio son por sí mismos refractarios, reaccionan con la sílice y los álcalis para dar productos de bajo punto de fusión y por lo tanto, actúan como fundentes de pastas y esmaltes.

La caliza y la dolomita pueden utilizarse en lozas y revestimientos para pisos y paredes, conteniendo tales pastas del 3 al 20%.

2.4. Pirofilita

La pirofilita es un silicato de aluminio hidratado $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ (28,3% Al_2O_3 , 66,7 % SiO_2 , 5 % H_2O).

Es un mineral blanco, exfoliado que se parece mucho al talco, pero que no contiene Mg^{+2} como éste, sino Al^{+3} y Si^{+4} solamente. Es notable su estabilidad química y neutralidad estructural.

El origen está asociado a procesos metamórficos o hidrotermales.

La impureza principal en la pirofilita es el cuarzo. Éste hace que el mineral sea abrasivo, a pesar de la blandura de la pirofilita en sí misma. Puede conseguirse una cierta purificación por molienda diferencial y flotación con aire.

Tiene un alto punto de fusión (1700°C), la contracción aún a altas temperaturas es ínfima y tiene buena resistencia al choque térmico en virtud de su alta conductividad térmica y bajo coeficiente de expansión térmica.

Propiedades piroquímicas:

- Por calentamiento la pirofilita pierde agua de constitución entre 400 y 700°C y las capas de aluminosilicatos se separan un tanto dando lugar a una expansión lineal permanente.
- Entre 1000 y 1100°C la estructura de la pirofilita se descompone en mullita y sílice libre.

Usos:

Se usa especialmente en la fabricación de azulejos, debido principalmente a la bajísima contracción que genera en bizcocho y también a la gran estabilidad dimensional. Por el contrario no es recomendable usar porcentajes mayores del 40 %, debido a que disminuye mucho la plasticidad de la masa.

También se usa en aisladores eléctricos y en refractarios especiales.

3) Granos compactos formados por aglomeración de sustancia arcillosa, parcialmente transformada, obtenida por calcinación a baja temperatura de la misma arcilla que ha de constituir el plastificante de la masa cerámica.

Ejemplo: arcilla calcinada (600-650°C) o calcina.

Se utiliza en cerámica roja para corregir problemas tecnológicos, cuando solamente se dispone de una arcilla muy plástica.

4) Granos compactos formados por aglomeración de cristales y de sustancia vítrea, obtenidos por calcinación a elevada temperatura de la misma arcilla que ha de constituir el plastificante de la masa cerámica.

Ejemplo: chamote

De uso estándar en la fabricación de materiales refractarios.

La diferencia entre arcilla calcinada o calcina y arcilla chamoteada o chamote es que la primera ha sido calcinada a una temperatura inferior a aquella a que se va a cocinar la pasta cerámica, en cambio el chamote ha sido calcinado a temperaturas superiores. La calcina es por lo tanto, más reactiva que el chamote.

5) Granos densos o porosos generalmente reactivos de subproductos industriales.

Ejemplo: cenizas, escorias, etc.

Localización de los principales yacimientos nacionales

En la República Argentina existe una amplia gama de tipos de depósitos de arcilla, siendo predominantes los depósitos sedimentarios. De ellos procede el mayor volumen de extracción destinado principalmente a la industria cerámica, correspondiendo a diversos tipos:

blancas, rojas y refractarias.

Arcillas blancas

Se encuentran principalmente en dos zonas de la Patagonia Argentina:

- En la cuenca caolinífera del Valle del Río Chubut, en la Pcia. de Chubut, que se extiende desde el espejo del Dique Florentino Ameghino por ambas márgenes, hasta la localidad de Boca Toma abarcando un área de 700 km²., se encuentra una gran concentración de yacimientos de arcillas caoliníticas y caolines aptos principalmente para cerámica y como cargas minerales para papel, caucho y plásticos.

Los yacimientos son de origen sedimentario, formados por acumulación de material arcilloso proveniente de zonas vecinas ricas en rocas con feldespatos alterados.

- San Julián, Pcia. de Santa Cruz

Los yacimientos se encuentran ubicados al oeste de Puerto Deseado y al norte de Puerto San Julián. Los yacimientos son de origen sedimentario, habiendo depósitos de arcilla de varios metros sin variaciones mineralógicas.

La mineralogía de estas arcillas varía aproximadamente dentro del siguiente orden:

Caolinita 40 - 50 %

Cuarzo 40 - 50 %

Illita 0 - 20 %

El contenido de óxido férrico oscila entre 0.7 y 1.8 %.

Caolín

Se encuentran importantes depósitos en:

- Pcia. de Río Negro (Ing. Jacobacci, Los Menucos)
- Pcia. de Jujuy (Tafna)
- Pcia. de Salta (San Antonio de los Cobres)
- Pcia. de Santa Cruz (San Julián)
- Pcia. de Chubut (Valle del Río Chubut)

Bentonitas

En la Sierra de Mogna, situada a 80 km. al norte de la ciudad de San Juan se encuentran yacimientos de esta materia prima, tan estimada para aportar plasticidad a pastas magras y con baja resistencia mecánica en crudo. Asimismo se destaca el bajo tenor de hierro de la misma: 1,2 a 1,4 %.

También en la Pcia. de Río Negro hay arcillas bentoníticas de bajo contenido de hierro que pueden aportar plasticidad.

Arcillas rojas

En la provincia de Buenos Aires, se destaca la zona de Olavarría con importantes yacimientos que aportan la materia prima para industrias como: cemento, pisos cerámicos, ladrillos y tejas. El auto-contenido de hierro de los minerales de esta región hace que se los utilice como correctores del tenor de hierro en los clinker.

En la provincia de Entre Ríos y Misiones existen arcillas y lateritas con muy buenas cualidades para hacer ladrillos.

En la región de la Barda Negra en la Pcia. de Neuquén, existen importantes yacimientos de arcillas rojas caoliníticas e illíticas, con un porcentaje de óxido férrico que oscila entre el 3 y el 8%.

Las arcillas explotadas en esta región, corresponden a sedimentos depositados en un ambiente marino litoral, de aguas poco profundas y comprendidas dentro de la Formación Challacó y Lajas (Caloviano inferior).

Arcillas refractarias

Las arcillas refractarias de la Pcia. de La Rioja (Amaná, Los Colorados)

poseen tenores de alúmina del 30-35% y con variable contenido de carbón. Se obtienen chamotes de 40% de alúmina, aproximadamente. También en las sierras septentrionales de la Provincia de Buenos Aires, que se extienden desde Olavarría hasta Chapadmalal en la costa atlántica, conocidas clásicamente como Tandilia se extraen arcillas con tenores de alúmina que oscilan entre 32 y 34%.

Cuarzo y Feldespato

Depósitos pegmatíticos ubicados principalmente en las provincias de: San Luis: Valle de Conlara (La Toma, Naschel, Tilisarao). Córdoba: Departamentos San Alberto, Calamuchita, Cruz del Eje y Pocho. San Juan: Área de Valle Fértil y Pie de Palo.

Caliza

Numerosos yacimientos en todo el país. Los principales en: Pcia. Buenos Aires: Sierras Septentrionales en las cercanías de Olavarría. Catamarca: extremo oriental de la Sierra de El Alto o Ancasti. Córdoba: Alrededor de 400 depósitos de caliza. Cordón Oriental (Sierra Chica, Los Cóndores), Cordón Central (Sierra Grande, Sierra de los Comechingones), Cordón Occidental (Sierras de Guasapampa-Serrezuela-Pocho). San Juan: Cordón Pedernal de Los Berros, en la Sierra Chica de Zonda y Jachal. San Luis: Sierra del Gigante.

Jaume I de Castellón, España), Inocencio, A., Hevia, R., INTEMIN-SEGEMAR-Argentina.

3.- Carda, J. , Gil,C. (Dto. Química Inorg. y Orgánica, Universidad Jaume I de Castellón, España), Peris,G. (Lab. Servicios Centrales Univ. Jaume I de Castellón, España), Inocencio, A., Hevia, R., (INTEMIN-SEGEMAR-Argentina.).

"Fabricación de gres porcelánico con materias primas seleccionadas de la República Argentina", Actas de QUALICER, Castellón, España, Febrero/2006.

4.- García Verduch, A. "Empleo de cuarzo en las composiciones de cerámica blanca". Bol. Soc. Esp. de Ceram. y Vidrio V13 N°5 set/74.

5.- García Verduch, A. "Origen y composición de las arcillas cerámicas". Bol. Soc. Esp. de Ceram. y Vidrio V24 N°6 nov/85.

6.- Hevia, R. "Arcillas cerámicas de San Julián-Santa Cruz-Argentina". Bol. Soc. Esp. de Ceram. y Vidrio V22 N°2, 1983.

7.- Hevia, R. "Bentonitas cerámicas de Mogna, Provincia de San Juan, Argentina". Bol. Soc. Esp. de Ceram. y Vidrio V28 N°3, 1989.

8.- Hevia, R. "Arcillas cerámicas argentinas", Anales del 33º Congreso Brasileiro de Cerámica. Mayo/89.

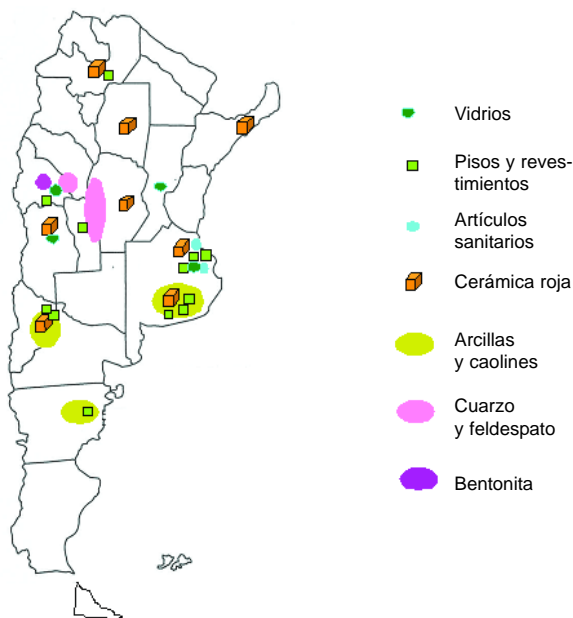
9.- Hurlbut, C., Klein,C. "Manual de mineralogía de Dana", Ed. Reverté, 1991

10.-Mari, E. "Comportamiento del cuarzo y feldespato en los procesos de fabricación de materiales cerámicos". Panorama Minero N°158, 1991

11.-Mari, E. "Los Materiales Cerámicos", Librería y Editorial Alsina, Buenos Aires, 1998.

12.-Rossi, N. "Panorama de arcillas y caolines en la República Argentina", Cerámica y Cristal, N°44 , 1973. ■

UBICACIÓN DE LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS Y YACIMIENTOS



BIOGRAFÍA

- 1.- Aristarain,L. y Cozzi,G. "Distribución de los principales minerales no metalíferos de la República Argentina para las industrias básicas de transformación". Panorama Minero. Edición Extraordinaria, Abril/92.
- 2.- Carda, J. , Gil,C.(Dto. Química Inorg. y Orgánica, Universidad Jaume I de Castellón, España), Peris,G.(Lab. Servicios Centrales Univ.

Líder Mundial en Tecnología de Partículas

micromeritics®

Tamaño de partículas

Fabricante ISO 9001

NUEVO!!
SediGraph III 5120

- Distribución de tamaño de partículas por rayos X
- Rango: 0,1 µ a 300 µ (ampliable a 1000 µ con datos del tamizado)
- Reportes SPC• Software bajo Windows™

Otros equipos:

SATURN 5200 \$ Método láser
\$ El equipo de mayor precisión del mercado
Más de 1.000.000 de elementos de detección.
Rango: 0,1µ a 1.000 µ

ELZONE \$ Medición electroquímica • Rango: 0,4 µ a 1200 µ
Muestras orgánicas e inorgánicas

Area superficial específica

TriStar 3000

- Método: Sorción de gas
- Analiza simultáneamente hasta 3 muestras
- Mide áreas tan bajas como 0,01m² utilizando nitrógeno

Otros equipos: **ASAP 2020 - Gemini**

microanalítica argentina s.r.l.

Remedios Escalada de San Martín 2749/65 Torre 1 piso 9 Dto. 4
(1416) Buenos Aires - Argentina
Telefax: (54-11) 4546-1525, 4286-6741 Web: www.microanalitica.com.ar
microanalitica@microanalitica.com.ar , ventas@microanalitica.com.ar