

**DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES MINERALES  
NO METALIFEROS DE LA REPUBLICA ARGENTINA  
PARA LAS INDUSTRIAS BASICAS  
DE TRANSFORMACION**

Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR)

**(†) LORENZO FRANCISCO ARISTARAIN  
GUILLERMO ARTURO COZZI**

Buenos Aires, marzo de 1992



## SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

Presidente: Dr. Eduardo O. Zappettini

Secretaria Ejecutiva: Lic. Silvia Chavez

## INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Martín Gozalvez

## INSTITUTO DE TECNOLOGÍA MINERA

Director: Lic. Guillermo Cozzi



CENTRO DE INVESTIGACION PARA LAS INDUSTRIAS MINERAS  
INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL

DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES MINERALES  
NO METALIFEROS DE LA REPUBLICA ARGENTINA  
PARA LAS INDUSTRIAS BASICAS DE TRANSFORMACION

*por*

**Dr. Lorenzo F. Aristarain**  
Facultad de Ciencias Naturales y Museo  
Universidad Nacional de La Plata

y

**Lic. Guillermo A. Cozzi**  
Centro de Investigacion para las Industrias Mineras  
Instituto Nacional de Tecnologia Industrial

Buenos Aires  
Marzo 1992

## INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN	1
ABSTRACT	1
INTRODUCCION	2
ARCILLAS	5
1. ARCILLAS PLASTICAS	10
1.1. Ubicación de los principales depósitos	11
1.2. Producción	14
1.3. Usos	15
2. ARCILLAS REFRACTARIAS	18
2.1. Ubicación de los principales depósitos	18
2.2. Producción	22
2.3. Usos	23
3. ARCILLAS VARIAS	25
3.1. Ubicación de los principales depósitos	26
3.2. Producción	32
3.3. Usos	33
4. ARENA SILICEA	37
4.1. Ubicación de los principales depósitos	38
4.2. Producción	40
4.3. Usos	41

5.	<b>BARITINA</b>	42
5.1.	Ubicación de los principales depósitos	42
5.2.	Producción	49
5.3.	Usos	50
6.	<b>BENTONITA</b>	51
6.1.	Ubicación de los principales depósitos	53
6.2.	Producción	60
6.3.	Usos	61
7.	<b>BORATOS</b>	65
7.1.	Ubicación de los principales depósitos	66
7.2.	Producción	72
7.3.	Usos	73
8.	<b>CALIZA</b>	76
8.1.	Ubicación de los principales depósitos	77
8.2.	Producción	89
8.3.	Usos	90
9.	<b>CAOLIN</b>	93
9.1.	Ubicación de los principales depósitos	94
9.2.	Producción	100
9.3.	Usos	101
10.	<b>CUARZO</b>	103
10.1.	Ubicación de los principales depósitos	104
10.2.	Producción	107
10.3.	Usos	108

11.	<b>DOLOMITA</b>	111
11.1.	Ubicación de los principales depósitos	111
11.2.	Producción	116
11.3.	Usos	117
12.	<b>FELDESPATO</b>	120
12.1.	Ubicación de los principales depósitos	122
12.2.	Producción	123
12.3.	Usos	124
13.	<b>FLUORITA</b>	126
13.1.	Ubicación de los principales depósitos	126
13.2.	Producción	134
13.3.	Usos	136
14.	<b>SULFATO DE ALUMINIO</b>	138
14.1.	Ubicación de los principales depósitos	139
14.2.	Producción	141
14.3.	Usos	142
15.	<b>SULFATO DE SODIO</b>	145
15.1.	Ubicación de los principales depósitos	146
15.2.	Producción	151
15.3.	Usos	153
16.	<b>TALCO</b>	154
16.1.	Ubicación de los principales depósitos	154
16.2.	Producción	159
16.3.	Usos	161

17.	YESO	163
17.1.	Ubicación de los principales depósitos	163
17.2.	Producción	167
17.3.	Usos	169

18.	OTROS MINERALES NO METALIFEROS	170
-----	--------------------------------	-----

	AGRADECIMIENTOS	171
--	-----------------	-----

	REFERENCIAS	172
--	-------------	-----

#### GRAFICOS Y FIGURAS

Gráfico 1	14
Gráfico 2	15
Gráfico 3	23
Gráfico 4	23
Gráfico 5	32
Gráfico 6	33
Gráfico 7	40
Gráfico 8	41
Gráfico 9	49
Gráfico 10	50
Gráfico 11	60
Gráfico 12	61
Gráfico 13	62
Gráfico 14	63
Gráfico 15	89
Gráfico 16	90
Gráfico 17	100

Gráfico 19	107
Gráfico 20	108
Gráfico 21	116
Gráfico 22	117
Gráfico 23	123
Gráfico 24	124
Gráfico 25	135
Gráfico 26	135
Gráfico 27	141
Gráfico 28	142
Gráfico 29	152
Gráfico 30	153
Gráfico 31	160
Gráfico 32	160
Gráfico 33	168
Gráfico 34	168
Figura 1	36
Figura 2	75
Figura 3	119
Figura 4	144

DISTRIBUCION DE LOS PRINCIPALES MINERALES NO METALIFEROS DE LA  
REPUBLICA ARGENTINA PARA LAS INDUSTRIAS BASICAS DE TRANSFORMACION

Lorenzo F. Aristarain\* y Guillermo A. Cozzi\*\*

RESUMEN

En este trabajo se presenta la distribución de los depósitos de arcillas plásticas, arcillas refractarias, arcillas varias, arena silícea, baritina, bentonita, boratos, caliza, caolín, cuarzo, dolomita, feldespato, fluorita, sulfato de aluminio, sulfato de sodio, talco y yeso en la República Argentina.

También se presentan las datos característicos de esas rocas y minerales, la producción nacional para el período 1979-1988, los porcentajes de distribución por provincia para el año 1988 y generalidades sobre el uso de los mismos.

SUMMARY

The distribution of the deposits of plastic clays, refractory clays, varied clays, silica sand, barite, bentonite, borates, limestone, kaolin, quartz, dolomite, feldspar, fluorite, aluminum sulfate, sodium sulfate, talc and gypsum for the Argentine Republic are presented in this paper.

Common characteristics for those rocks and minerals, domestic production for the period 1979-1988, province percentages for 1988 and applications are also given.

---

\* Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata.

\*\* Centro de Investigación para las Industrias Mineras, Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

## INTRODUCCION

En conmemoración del XV aniversario de la revista PANORAMA MINERO recientemente se celebró en la ciudad de Buenos Aires, entre el 12 y el 14 de Noviembre de 1991, un Seminario de Información técnica sobre "Minerales para las industrias básicas de transformación", donde se presentaron 14 conferencias sobre diversos aspectos de ese tema general.

El interés demostrado por los participantes, entre los que se contaban profesionales y empresarios, tanto mineros como de otras industrias, y representantes de diversos organismos nacionales y provinciales que se relacionan a la minería, movió a la dirección de la revista a la publicación del número especial que aquí se presenta a nivel de divulgación para que pueda ser usado por otros profesionales tales como ingenieros, abogados, químicos, contadores, empresarios de la producción y comercialización, así como de entidades financieras y exportadoras tanto del país como del extranjero.

La información que se presenta fué recopilada de publicaciones científicas y técnicas de amplia divulgación y de fácil adquisición o acceso para que los interesados en ampliar los conocimientos ofrecidos puedan consultarlas en cualquier biblioteca especializada. Por razones obvias no se incluyen informes no publicados de empresas privadas. Dado el tiempo disponible (30 d) no se pudo obtener información sobre varios depósitos ni realizar ningún viaje a las distintas provincias.

Se hace notar que los datos de producciones utilizados proceden de las estadísticas mineras de la República Argentina publicadas por la Subsecretaría de Minería, que actualmente depende de la Secretaría de Hidrocarburos y Minería, cuya última publicación,



correspondiente a los años 1986 a 1988, apareció en 1990. Los datos del año 1989 son aún provisorios e incompletos por lo cual no han sido utilizados en este trabajo.

En la lista de los minerales aquí tratados sólo se incluyen aquellos más importantes para las industrias a que se refiere el título. A esa lista se agregan las rocas caliza y dolomita, que si bien en las estadísticas aparecen entre las rocas de aplicación, su uso principal se basa especialmente en los minerales calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) y dolomita ( $\text{Ca Mg} (\text{CO}_3)_2$ ) que son respectivamente los componentes principales de las mismas.

La escala de los mapas (figuras 1 a 4) no permite la graficación de todas las acumulaciones de cada mineral, por lo cual fué necesaria su presentación en forma muy esquemática por áreas mineralizadas; la ubicación geográfica de las más importantes se indican al citar los yacimientos de cada provincia; téngase en cuenta que el número de las minas mencionadas sólo constituye una pequeña fracción de los depósitos denunciados, estén vigentes o vacantes. Por razones de espacio debieron omitirse los datos de los cuerpos mineralizados, tales como la longitud, las leyes y otras características geológicas.

Para información detallada de esas áreas y de todos los cuerpos conocidos el lector debe recurrir a los trabajos citados en las referencias o en los trabajos específicos indicados en ellos. Los padrones mineros que publican las direcciones provinciales de minería, y que actualizan cada año, también proveen datos de detalle.

Las características adecuadas de cada mineral para un determinado uso pueden consultarse en las normas IRAM o con los usuarios, quienes habitualmente exigen valores específicos de las propiedades

y de la composición química.

La compilación de la información y la redacción del presente trabajo fué realizada por el Centro de Investigación para las Industrias Mineras del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Migueletes, provincia de Buenos Aires.

Se acordó que el temario a tratar para cada mineral fuese el siguiente: breve descripción de las características mineralógicas, ubicación geográfica de los depósitos principales por provincia, producción anual nacional por mineral para el período 1979-1988, producción porcentual por provincia para cada mineral en 1988 y usos principales de los mismos.

Panorama Minero determinó que la lista de los minerales y rocas a considerar fuese la siguiente:

- |                          |                |                         |
|--------------------------|----------------|-------------------------|
| 1. Arcillas plásticas    | 7. Boratos     | 13. Fluorita            |
| 2. Arcillas refractarias | 8. Caliza      | 14. Sulfato de Aluminio |
| 3. Arcillas varias       | 9. Caolín      | 15. Sulfato de Sodio    |
| 4. Arena silícea         | 10. Cuarzo     | 16. Talco               |
| 5. Baritina              | 11. Dolomita   | 17. Yeso                |
| 6. Bentonita             | 12. Feldespato |                         |

A continuación se desarrolla el temario indicado para cada mineral.

## ARCILLAS

Antes de entrar a tratar los próximos tres temas que incluye la denominación arcillas es necesario aclarar las definiciones utilizadas en las estadísticas mineras oficiales de la República Argentina para que se entienda el significado de las cifras que se expresan luego y dar las generalidades sobre su mineralogía.

El problema que existe con la nomenclatura de estos materiales es el empleo de conceptos utilitarios. Prácticamente todos los minerales se definen por sus características mineralógicas, pero para las arcillas se recurre a una propiedad física y se las agrupa bajo los rubros plásticas, refractarias, decolorantes y varias.

Estas propiedades están presentes en más de un material arcilloso, de manera que usando el criterio de esa propiedad una misma arcilla puede ser incluida en un grupo u otro.

Por ejemplo, en nuestro país a partir de 1987, las estadísticas oficiales pasaron un gran tonelaje de arcillas que antes se denominaban plásticas al rubro varias; esto explica los saltos de producción que se observan en los gráficos 1 y 5 a partir de ese año.

Puede observarse también que las arcillas decolorantes han ido desapareciendo de las estadísticas; a partir de 1986 no se registra producción. Esto no significa que hayan dejado de usarse materiales arcillosos con ese fin; debe interpretarse que se han utilizado materiales comprendidos bajo otra denominación estadística (bentonitas).

Otro caso, es el de los caolines con propiedades refractarias, si se usa esta cualidad para su clasificación los mismos también pueden ser incluidos como arcillas refractarias; así sucede con las producciones de los caolines del distrito Patquía-Amaná de La Rioja

y los de las sierras septentrionales de Buenos Aires. Si se observan las estadísticas de estas provincias se verá que no registran producciones de caolín, en cambio sí de arcillas refractarias. Esta diferencia de criterio genera dificultades para incluir algunos depósitos en uno o en otro grupo.

El tipo de clasificación utilitaria no sólo se emplea en nuestro país; en USA por ejemplo, se aplican clasificaciones prácticas similares (ball clay, fire clay, Fuller's earth, etc.).

Al tratar cada arcilla en particular se darán sus definiciones, pero en forma comercial se denominan: 1) arcillas plásticas a aquellas que tienen alto grado de plasticidad y poder ligante, y un bajo contenido en hierro; se usan para productos cerámicos preferentemente blancos, sanitarios, etc.; 2) arcillas refractarias a las que tienen un alto punto de fusión, sin ser lavadas o tratadas; se usan en la confección de productos refractarios y otros; y 3) arcillas varias, son las restantes, compuestas en general por illita y montmorillonita y cantidades adecuadas de óxidos de hierro o cuyo contenido no moleste; se usan en cementos, cerámica roja, etc.

En la naturaleza existen arcillas que poseen la composición adecuada para un determinado fin, otras no tienen las proporciones convenientes, por lo cual es necesario tratarlas y/o mezclarlas con las de otros depósitos para poder ser empleadas. Por ejemplo, un caolín magro que se desea utilizar en cerámica mejorará sus condiciones de plasticidad y las propiedades mecánicas de los productos crudos con el agregado de un determinado porcentaje de una bentonita especial.

También es obvio que un caolín que se utiliza en cerámica, puede, bajo determinadas condiciones, utilizarse en la industria

refractaria pero existen razones económicas que impiden en general usar materiales tratados en esta rama industrial ya que las arcillas refractarias son minerales de bajo precio.

También es conveniente comentar sobre los métodos para estudiar las arcillas. Las peculiares propiedades de estas rocas, así como las de los caolines y bentonitas, se basan en primer lugar en la composición mineralógica de las mismas; los minerales que las forman constituyen un grupo especial y complejo denominado Grupo de las Arcillas, que son esencialmente silicatos de aluminio hidratados.

Pero la palabra arcilla además del significado mineralógico tiene una acepción granulométrica, se llama así a las partículas de tamaño menor que  $1/256$  mm. Pero asimismo se usa en petrografía para definir las rocas de grano muy fino que tienen más del 50% de partículas de ese tamaño, que contengan por lo menos un 25% de minerales arcillosos y que los granos estén sueltos; si la roca está consolidada el término que se usa es arcilita.

Para estudiar estos minerales, además de los métodos comunes de investigación (microscopía óptica, análisis químicos, etc.) es necesario recurrir a técnicas especiales tales como rayos X, ensayos de calentamiento, microscopía electrónica y otras.

Pero las propiedades de las arcillas dependen también de la estructura cristalina, del grado de cristalinidad y de la distribución de los tamaños de los granos.

Por otra parte, si bien en las rocas llamadas arcillas existe una especie mineralógica predominante, siempre hay asociados otros minerales del mismo u otros grupos que modifican las propiedades del conjunto. En consecuencia las características varían mucho y por lo tanto el campo de sus aplicaciones. Por ello para cada rama industrial se han diseñado y/o seleccionado técnicas y equipos para investigar en forma práctica las diferentes propiedades físico-

químicas de las arcillas que se propone utilizar. Vease como ejemplo, en el párrafo 6.3, las especificaciones para el uso de la bentonita en las perforaciones de la industria petrolera.

No vamos a entrar en el tema de la mineralogía del grupo de las arcillas porque es largo y no siempre sencillo; al tratar cada mineral en especial, como en el caso de la caolinita para el caolín, se darán las características generales para el mismo. Pero a continuación se dará una nómina de los grupos y de los minerales que integran cada uno de ellos.

Los minerales arcillosos son el resultado de la alteración de rocas feldespáticas por la acción de procesos de meteorización y/o hidrotermalismo; en estos procesos los minerales ferromagnesianos son los primeros en ser atacados, luego siguen los feldespatos calcosódicos y más tarde los feldespatos potásicos. El resultado final de estos procesos es la formación, entre otros, de una serie de minerales conocidos con el nombre genérico de minerales de las arcillas que pueden ser clasificados en varios grupos:

- Grupo de la Caolinita: caolinita, dickita, nacrita y halloysita.
- Grupo de la Montmorillonita (=esmeclitas) con dos subgrupos:
  1. Dioctaédricos: montmorillonita, beidellita, nontronita.
  2. Trioctaédricos: hectorita, saponita.
- Grupo de la Illita: Illita, glauconita.
- Grupo de la Attapulgita: attapulgita, sepiolita.
- Grupo de la Clorita: clorita, clinocloro, chamosita, etc.

De todas estas especies, la caolinita, montmorillonita e illita son los minerales arcillosos más frecuentes de las arcillas y arcilitas; cuando el proceso es hidrotermal aparecen dickita y halloy-

sita.

Esta es una expresión relativamente simplista ya que los estudios mineralógicos de los depósitos, salvo excepciones, nunca son tan detallados como para establecer con precisión todas las especies presentes.

A continuación se tratan los tres tipos de arcillas tal como se agrupan en las estadísticas; además se hace notar que el caolín y la bentonita también son arcillas.

## 1. ARCILLAS PLASTICAS

Esta denominación comercial implica que la plasticidad es un factor predominante de las arcillas agrupadas con este título.

Plasticidad puede definirse como la propiedad de los materiales que permite deformarlos cuando se ejerce una presión sobre ellos y conservar la forma obtenida después que cesa la acción.

La mayoría de las arcillas son plásticas, en diverso grado, cuando se las mezcla con agua; algunas son altamente plásticas (grasas), otras poco plásticas (magras) y otras semiplásticas. Gran parte de las arcillas refractarias tienen plasticidad y muchas de las agrupadas como varias son altamente plásticas; de manera que la denominación del título de este capítulo tiene límites borrosos.

Las arcillas clasificadas como plásticas, en las estadísticas mineras del país, se usan principalmente en cerámica blanca, revestimientos blancos, azulejos, sanitarios, elementos para electricidad y producción de chamote.

Desde el punto de vista mineralógico, estas arcillas se caracterizan por la preponderancia de caolinita con montmorillonita subordinada, pero pueden estar acompañadas por halloysita y cantidades menores de illita y pirofilita; otros minerales no arcillosos como cuarzo, feldespato, mica y vidrio volcánico son frecuentes, también hay contenidos muy pequeños de minerales de hierro. En las minas Buitrera, provincia del Neuquén, el material arcilloso predominante es halloysita, ver 1.1.

Estas arcillas se usan en estado natural pero con selección durante la explotación; las propiedades y el uso de cada arcilla dependerá de los porcentajes de los componentes. Debido a la variabilidad en la composición de los productos de cantera y a la exis-



tencia de componentes no deseables, a veces es necesario lavar las arcillas para concentrar los minerales arcillosos y mejorar la calidad.

Habitualmente se mezclan con otras arcillas, cuarzo, feldespato y chamote, así como con otros minerales que actúan como fundentes (talco, nefelina), para formar las pastas cerámicas convenientes según los productos a elaborar.

La información mineralógica sobre la montmorillonita puede verse en el capítulo 6 y la correspondiente a la caolinita en el 9.

### 1.1. UBICACION DE LOS PRINCIPALES DEPOSITOS

Según los últimos datos oficiales revisados, correspondientes al año 1988, las provincias de Buenos Aires, Chubut, Neuquén, San Juan y Tucumán produjeron el 96,5% de arcillas plásticas del total nacional; el resto se generó en Mendoza, Misiones y Santa Cruz.

En la figura 1 se indican las principales áreas con depósitos de éste tipo de arcillas.

Provincia de Buenos Aires. En varios lugares de las sierras Septentrionales existen depósitos de arcillas plásticas.

En el área de **Olavarría** se trabaja un horizonte de arcillas, que se ubica en el techo de las cuarcitas superiores de la Formación Cerro Largo (Precámbrico), en los siguientes lugares: **Loma Negra, Cerro Largo, Cerro Redondo y Sierras Bayas.**

Se trata de arcillas blanco amarillentas, verdosas claras y rojizas, cuyos bancos tienen espesores de hasta 4 m que en parte son del tipo plástico.

En el sector de **Barker**, al SE de esa localidad, se encuentran varias minas de arcillas plásticas y refractarias que corresponden a

la Formación Las Aguilas (Precámbrico). La composición de los minerales arcillosos es caolinita e illita acompañados por halloysita y pirofilita con variado contenido en óxidos de hierro.

Provincia del Chubut. En esta provincia se localizan varios yacimientos de arcillas plásticas en el área del dique Florentino Ameghino.

Unos 12 km al NE de este dique se ubica la mina **La Valeriana**, unos 137 km por caminos al O de Trelew. Este depósito, que está incluido en la Formación Chon Aiké (Jurásico medio a superior), se formó por la erosión y depositación de los minerales arcillosos que resultaron de la alteración de las rocas porfiríticas de la región. En un frente de cantera se observó una capa de arcillas de 8 m de potencia, con intercalaciones de areniscas; la cubierta tiene 1 m de espesor.

El color es blanco grisáceo con tonalidades amarillentas y rojizas, su principal componente es caolinita asociada con illita, halloysita, cuarzo, feldespatos potásico y clastos de rocas porfiríticas.

Hacia el E de esta mina, unos 40 km en línea recta en dirección ENE, en el dep. Gaiman, se localizan las minas **Las Carpas** y **Acrópolis**. Aquí la arcilla se presenta en un banco que alcanza a 10 m de potencia, en general el color es gris, en parte teñido con óxidos de hierro, pero existen algunos niveles oscuros.

Asimismo se cita un depósito, ubicado entre la costa de la bahía Camarones y el borde de la meseta Montemayor, en el dep. Florentino Ameghino, que está incluido en las tobas y areniscas de la Serie Porfirítica; existen 2 bancos de arcilla que tienen 3,5 y 7 m de espesor, el primero es blanco y muy plástico, el otro es pardo rojizo.

En la literatura también se menciona un yacimiento ubicado 75 km al S de Trelew, que consiste de una capa de arcilla blanca grisácea que mide de 4 a 5 m de potencia y que está incluida en areniscas; el encape alcanza a 15 m de espesor.

**Provincia del Neuquén.** En el dep. Zapala, a unos 33-35 km al S de las localidades Ramón Castro y Zapala, se encuentran varios depósitos de arcillas que corresponden al Dogger (Jurásico medio).

En la mina **Beatriz** existen 1 ó 2 bancos que tienen espesores de 3 a 4 m, con 3 niveles que contienen las tres categorías de arcillas. Están compuestos por caolinita, illita, clorita, feldespatos potásico y plagioclasa en diferentes proporciones; los colores son blanco a gris claro y oscuro, rojo amarillento y verdoso.

También hay arcillas plásticas en las minas La Estaca, María Rosa y Tatacha, y en la mina Verdacho que se ubica unos 8 km al N de las anteriores.

**Provincia de Santa Cruz.** En el dep. Magallanes, 180-200 km al NO de San Julián, principalmente en los lotes 17, 18 y 19, se ubica una importante zona de arcillas plásticas que cubre un área de unos 1000 km<sup>2</sup>.

Se trata de depósitos incluidos en areniscas y tobas de la Formación Baqueró (Jurásico superior-Cretácico inferior). Existen hasta 4 horizontes de arcillas que tienen gran extensión lateral, cuyos espesores varían entre unos pocos decímetros y 3 m, en algunos casos en conjunto llegan a superar los 5 m; el destape varía entre 0,5 y 10 m. Los colores predominantes son blanco, gris claro y oscuro y pardo, a veces están manchados por óxidos de hierro; las características varían de sector en sector.

Hay numerosas minas, entre las principales figuran Huiliches, Verano, La Emilia, Lin Cura, La Araucana, La Copie, Pehuelches, Tehuelches, El Charito, El Chulengo, Mariampal, Refractaria, El

Cimarrón, Los Baguales, Alberto y Tierras Blancas.

Otras provincias. Las provincias de Tucumán, Misiones y San Juan figuran entre las productoras de arcillas plásticas, que se destinan a cerámica roja y que se citan en el capítulo de arcillas varias.

En las estadísticas también figuran cantidades muy pequeñas de este tipo de arcillas producidas en Mendoza.

### 1.2. PRODUCCION

La producción nacional correspondiente al período 1979-1988 se indica en el gráfico 1.

Nótese la gran disminución que se registra a partir de 1987, lo cual se debe a que un tonelaje de 700.000 t que antes se definían como arcillas plásticas fueron pasadas, a partir de ese año, a las varias.

### ARCILLAS PLASTICAS Producción Nacional (1979-1988)

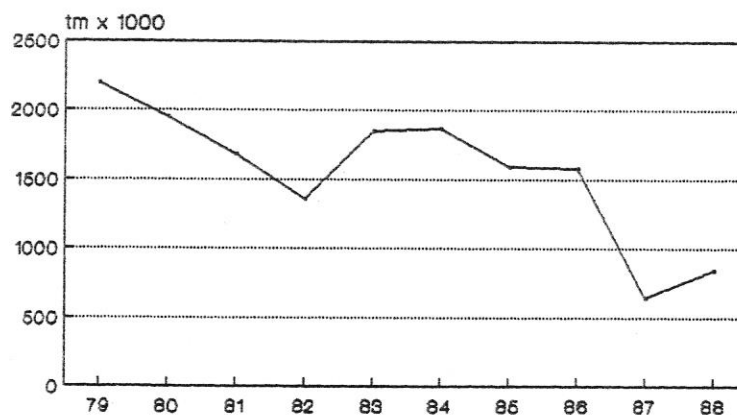


Gráfico 1

En el gráfico 2 se indican los porcentajes de producción por provincia, que corresponden a 1988. En otros se incluye las producciones de Mendoza, Misiones y Santa Cruz.

## ARCILLAS PLASTICAS Producción por Provincia 1988

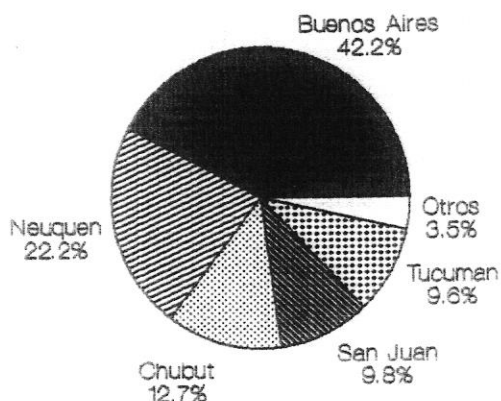


Gráfico 2

### 1.3. USOS

Las arcillas utilizadas en cerámica blanca, tanto para loza como porcelana, deben tener muy buena plasticidad para dar a las pastas las propiedades que permitan fácil moldeo y extrusión.

Las especificaciones son establecidas por cada fabricante de acuerdo con la tecnología empleada en la elaboración de las piezas y con el destino de los productos terminados. Hay condiciones comunes a todas ellas, por ejemplo, cuando el color de quemado debe ser blanco el óxido de hierro debe estar como máximo entre 0,3 y 0,5% aproximadamente; el índice de plasticidad (Riecke) inferior a 10 y debe tener valores satisfactorios de dispersión en agua.

Las arcillas deben conferir a las pastas cerámicas propiedades que permitan el conformado normal de las piezas crudas, características de secado satisfactorias en cuanto a disminución de longitud y volumen así como de facilidad y calidad del mismo, buena resistencia

de los productos secos, temperatura de fusión y rango de temperaturas de vitrificación adecuados u otras que puedan tener significación especial en algunos artículos tal como el grado de translucencia.

Sin embargo, en la elaboración de lozas las especificaciones son menos exigentes ya que se cubren con esmalte, de manera que el color de quemado del cuerpo de las piezas no es tan riguroso. En la fabricación de vajillas coloreadas las exigencias en cuanto al contenido de óxidos de hierro son menores, admitiéndose tenores del 2% aproximadamente.

En la producción de sanitarios y revestimientos blancos, en general se combinan arcillas plásticas y caolines lavados en proporciones que permitan dar a la mezcla características adecuadas para la mejor fabricación de esos artículos, los que habitualmente también están cubiertos por un esmalte blanco.

La tendencia a usar sanitarios y azulejos coloreados, para los cuales se emplean esmaltes con alto poder de cubrimiento, ha hecho disminuir también en esta industria las exigencias en cuanto a la coloración de la base.

La elaboración de artículos destinados al transporte de electricidad obviamente exige materiales que permitan obtener propiedades aislantes marcadas. También en este caso se usan arcillas plásticas y caolines que tengan bajos contenidos de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$ . Sin embargo la conductividad eléctrica es función directa de la porosidad de los artículos fabricados, lo cual obviamente depende de las técnicas de producción.

Asimismo, éstas arcillas se emplean para producir chamote, que es una arcilla precalcinada para lograr un producto sinterizado que se usa en las mezclas cerámicas con el objeto de contrarrestar la contracción que sufren los productos moldeados durante la cocción;

también se usa como chamote el descarte de producción debidamente molido.

## 2. ARCILLAS REFRACTARIAS

En este ítem se incluyen las arcillas que tienen un punto de fusión mayor que  $1.434^{\circ}\text{C}$ , o del cono pirométrico equivalente N°15 COPANT, es decir que son capaces de resistir altas temperaturas; algunos autores fijan límites algo mayores o menores según el uso, estos productos no deben necesariamente tomar color blanco al ser quemados.

El punto de fusión de estas arcillas está ligado esencialmente al porcentaje de caolinita,  $\text{Al}_4(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$  (ver el capítulo sobre caolín); el valor para este mineral puro es de  $1785^{\circ}\text{C}$ .

Todas las arcillas refractarias del país tienen como componente principal a la caolinita; el término fire clay en general es equivalente a arcillas de este tipo.

### 2.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

Los yacimientos de arcillas refractarias, es decir de arcillas naturales con alto punto de fusión, se formaron principalmente por la erosión de depósitos residuales y el transporte fluvial del material caolínico a una cuenca de sedimentación donde fueron sepultados y diagenizados. Otros depósitos se formaron por alteración hidrotermal de rocas ígneas y metamórficas aluminosas.

En la actualidad sólo se trabajan los yacimientos de La Rioja y Buenos Aires, pero hace sólo unos pocos años eran explotados depósitos del Chubut, Neuquén, Río Negro y San Juan.

Las arcillas refractarias son minerales de bajo precio que no resisten tratamientos ni fletes elevados por lo cual los depósitos potenciales no bien ubicados quedan relegados en su posibilidad de



explotación.

En la figura 1 se indica la distribución de los yacimientos más importantes.

Provincia de Buenos Aires. Existen varios depósitos de arcillas refractarias en la región de las sierras Septentrionales, en los partidos Gral. Pueyrredón, Juárez y Necochea, especialmente en los sectores de Barker, San Ramón-Los Barrientos y Balcarce-Chapadmalal.

Al sur de **Barker** se encuentra la formación Las Aguilas (Precámbrico) que se extiende por la cuchilla de igual nombre y la sierra La Juanita, en la cual se incluyen arcillas con buena refractariedad y elevado contenido en alúmina, compuestas por caolinita y halloysita con cantidades subordinadas de illita y pirofilita.

Más hacia el SE en el sector **San Ramón-Los Barrientos**, se encuentran varios depósitos, que pertenecen a la formación Balcarce (Ordovícico), intercalados en los bancos de cuarcita. En San Ramón existe un banco compacto de color gris claro que tiene una potencia de 1,50 a 2,50 m compuesto por caolinita asociada con dickita e illita. En el sector de Los Barrientos y López, se encuentran varios yacimientos con mantos de espesor variable, entre 1 y 4 m, con colores rojizo en la base y blanquecino en la parte superior.

En el área **Balcarce-Chapadmalal**, en la región SE de las sierras, se localizan otros depósitos de arcillas refractarias en el basamento cristalino; en los ubicados al SE y en las inmediaciones de Balcarce se encontró que la composición dominante es caolinita asociada con illita.

En el sector oriental de esa parte de la sierra, afloran las cuarcitas de la formación Balcarce entre las que se encuentran bancos lenticulares de arcillas de hasta 1 metro de espesor, de color blanquecino y verdoso, intercalados entre las mismas; estas

arcillas se componen principalmente por caolinita y cantidades menores de illita y cuarzo, tienen alto contenido en alúmina, bajo tenor en  $Fe_2O_3$  y buena refractariedad. Estos bancos son explotados como subproducto de las cuarcitas.

Las minas mas conocidas de esta región, en otras, son: La Aguilas, San Ramón, La Verónica, El Ferrugo, Constante 10, Los Barrientos, Cerro Segundo, María Eugenia, etc.

**Provincia de La Rioja.** Existen numerosos depósitos de arcillas caoliníticas refractarias en la región SO de la provincia. Ellos se agrupan en varios distritos, siendo los principales: Patquía-Amaná y Cuenca del Sedacal-Quebrada de los Sauces.

Todos ellos se alojan en la Formación Lagares (Paganzo I) del Carbónico, intercalados en arcosas, areniscas y limos; son el producto de alteración y lavado de rocas graníticas del basamento cristalino, que sedimentaron en áreas pantanosas con abundante vegetación.

Se trata de arcillas carbonosas negras y grises, compactas o laminares, que se presentan en varios bancos, 2 a 4 y hasta 6, con espesores que varían entre 0,15 y 4 m; esos bancos están inclinados con diverso grado por fallamiento.

Estos depósitos están compuestos esencialmente por caolinita (85 a 95%) y presentan porcentajes menores de illita (1 a 5%), cuarzo (2 a 14%) y feldespatos (2 a 3%); el contenido en  $Al_2O_3$  es alto y el de  $Fe_2O_3$  bajo.

El distrito **Patquía-Amaná**, que es el más importante, se encuentra ubicado entre esas localidades, unos 75 km en línea recta al SO de La Rioja; entre las numerosas minas pueden citarse: Las Mellizas, Las Kokas, Alba, Margarita, Clariza, Don Paco, Faraón, Los Mogotes, San Antonio y Los Colorados.

El distrito **Cuenca del Sedacal-Quebrada de Los Sauces** se loca-

liza entre 9 y 20 km al O y SO de la ciudad de La Rioja; sus características son similares a las del distrito anterior. Las minas más conocidas son: Libertad, María y Prudencia.

Otros distritos interesantes son Guandacol-Villa Unión y Malanzán-Solca.

**Otras provincias.** Para la provincia del Chubut se menciona un depósito de arcillas refractarias en el dep. Sarmiento, 118 km al NO de la localidad homónima, en la proximidad de la laguna Palacios; el mismo tiene dos mantos con potencias que oscilan entre 0,60 a 8,00 m, de colores gris y rojizo, que están incluidos en sedimentos del Cretácico superior.

Es poco probable que el tonelaje que figura como producido en esta provincia en las estadísticas de años anteriores, p.e. 1987, provenga de las dos áreas citadas arriba, debido a su ubicación geográfica. Se estima que habría sido extraído de las minas de caolín que se ubican en el valle del río Chubut en las inmediaciones del dique Florentino Ameghino.

En Neuquén, en el dep. Zapala, unos 35-38 km en línea recta al SSE de la localidad de igual nombre y al SE de la meseta Barda Negra, se encuentran varios depósitos de arcillas refractarias conocidos como minas Chita, La Graciela y María Rosa. Los cuerpos están incluidos en conglomerados, areniscas y arcilitas del Dogger (Jurásico medio); el manto arcilloso tiene un espesor comprendido entre 3 y 4 m, la extensión lateral de los afloramientos alcanza a 1000 m, la sobrecarga varía entre 6 y 15 m, y se observan capas de diferente color, a veces gris con tonos rojizos, otras gris oscuro a negro o verde.

La composición mineralógica es caolinita predominante acompañada por montmorillonita, illita, cuarzo, feldespato potási-

co, plagioclasa y fragmentos líticos; los porcentajes de estos minerales varían de sector en sector.

Al SSE de la localidad Ramón M. Castro, unos 35 km en línea recta de la misma, se localiza la mina La Beatriz, donde se encuentran depósitos de arcillas refractarias y plásticas.

La geología del área es similar a la indicada para el caso anterior. Existen dos o tres bancos arcillosos principales que tienen una potencia total comprendida entre 1 y 4 m, en los cuales se diferencian capas con distinto color, blanco, gris verdoso y oscuro, y rojo; la mineralogía está compuesta por caolinita, cuarzo, pequeñas proporciones de montmorillonita e illita, feldespato potásico y plagioclasa.

En la provincia de **Río Negro** existe un depósito ubicado a 35 km al S (?) de Comallo donde se ubican las minas Casualidad y Carnaval. El yacimiento consiste en un estrato de 5 a 6 m de potencia, intercalado entre tobas y basaltos de la formación Collón Curá (Mioceno superior) compuesto por caolinita, halloysita y escasa illita; el material tiene un alto punto de fusión, el color es blanco o blanco rosado.

## 2.2.PRODUCCION

En el gráfico 3 se indica la producción nacional para el periodo 1979-1988, según las estadísticas mineras oficiales.

### ARCILLAS REFRACTARIAS Producción Nacional (1979-1988)

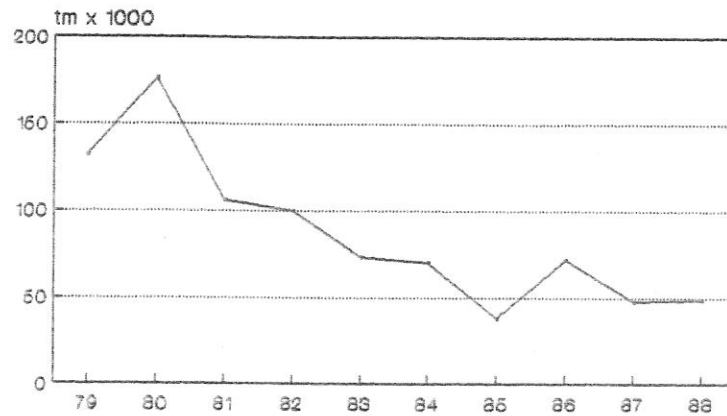


Gráfico 3

La producción por provincia para el año 1988 se indica en el gráfico 4 en forma porcentual.

### ARCILLAS REFRACTARIAS Producción por Provincia 1988

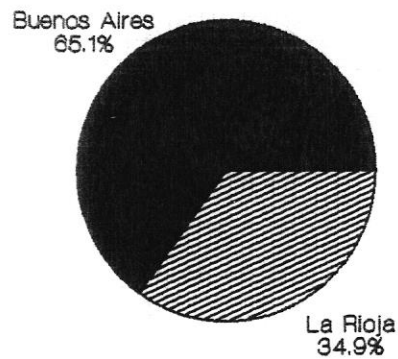


Gráfico 4

#### 2.3. USOS

La industria cerámica comprende la de los tipos refractaria, blanca y roja. Como se indicó, la primera utiliza arcillas con alto

punto de fusión, a lo que hay que agregar que deben tener baja contracción al calcinar y alta densidad.

Estas arcillas generalmente tienen componentes naturales que disminuyen el punto de fusión, tales como minerales arcillosos (montmorillonita, illita) y otros que contienen sodio, potasio, calcio, hierro, etc. pero ellas pueden ser mejoradas por selección en la explotación y raramente por lavado u otro tratamiento, debido al costo.

En realidad se usan mezclas de arcillas para obtener productos terminados con propiedades adecuadas pero que al mismo tiempo faciliten el proceso. Esas mezclas pueden incluir otros componentes minerales con alto contenido en  $Al_2O_3$  (bauxita calcinada, sillimanita, etc.) o productos industriales (hidróxido de aluminio, y alúmina calcinada).

Una mayor densidad de los productos elaborados hará que sean más resistentes al ataque de escorias y gases, y que tengan mayor resistencia física a las cargas (impacto, erosión, tensiones) y a las altas temperaturas.

Los refractarios son usados en pisos, paredes, bóvedas y conductos de las instalaciones sometidas a alta temperatura y al ataque químico por los materiales procesados; pueden tener la forma de ladrillo u otras especiales y también usarse como gránulos. La composición dependerá del uso al cual se destinen.

Las arcillas en discusión y sus mezclas se utilizan principalmente para la elaboración de productos refractarios de los tipos silicoaluminosos y aluminosos, cuyo consumo en el país es del orden de 45% del total.

### 3. ARCILLAS VARIAS

Bajo este rubro generalmente se agrupan las arcillas destinadas a las industrias de cerámica roja, que cuantitativamente son las más importantes, a la fabricación de cementos tipos portland o pozzolánicos, a la elaboración de agregados livianos, también conocidos como arcillas expandidas, a la producción de argamasas, como carga, etc.

Estos tipos de arcillas son de uso intensivo, el tonelaje anual producido es grande, en 1988 es del orden de 2.800.000 t; como son materiales relativamente de bajo costo, sólo permiten explotaciones que no estén alejadas de los centros de consumo, ya que el transporte incide marcadamente en los precios.

El destino de estos materiales es variado y las calidades de cada uno de ellos pueden ser muy diferentes, así que las exigencias para las materias primas también son muy distintas según el caso. Pero casi siempre es necesario que los óxidos de hierro sean abundantes.

En muchos casos illita es el componente arcilloso principal; la caolinita siempre está presente pero si el porcentaje es elevado aumenta el punto de cocción, lo cual no es conveniente. Por el contrario, si se desean fabricar ladrillos de terminación de paredes con colores grises o castaños claros la caolinita debe ser abundante. La montmorillonita da plasticidad pero si se encuentra en exceso la contracción de los productos terminados es grande; cuarzo y otros minerales detríticos son componentes comunes pero su granulometría debe ser compatible con los procesos industriales, etc. Estas arcillas son usadas tal como se producen en las canteras.

En muchos casos son sustituidas por productos más baratos y/o

de menor calidad tal como ocurre con los limos arcillosos que se destinan a ladrillos y tejas comunes.

### 3.1. UBICACION DE LOS PRINCIPALES DEPOSITOS

La principal producción de este tipo de arcillas proviene de los depósitos ubicados en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos y Mendoza, en 1988 ellas sumaron el 92% del total. El resto se explotó en Chubut, Jujuy, La Pampa, Neuquén, San Luis, Santa Cruz y Santiago del Estero.

En la figura 1 se indican en forma resumida las áreas de los principales depósitos de este tipo de arcillas.

Provincia de Buenos Aires. Se localizan depósitos de arcillas varias en distintos sectores de las sierras Septentrionales.

En el área de **Olavarría** se encuentran arcilitas y limolitas de este tipo en las **sierras Bayas**, intercaladas entre los bancos de cuarcitas y calizas de la Formación Cerro Largo (Precámbrico); su componente principal es illita con abundante cuarzo y óxidos de hierro en proporciones variables; los colores son rojizos, grises y amarillentos y el espesor es de 22 m.

En la zona de **cerro Largo** las arcilitas están incluidas en la misma formación que la anterior, donde alternan con delgados estratos de areniscas, margas y calizas. Tienen colores castaños y rojizos, el contenido en  $Fe_2O_3$  varía entre 4,5 y 9%, son untuosas al tacto y están compuestas predominantemente por illita y cloritas; según datos de perforaciones las pelitas tienen espesores que llegan a 140 m.

En el sector **Barker** las limolitas y arcilitas se incluyen en las formaciones Cerro Largo y Cerro Negro (Precámbrico); las áreas



de interés son **Villa Cacique, Cuchilla de Las Aguilas y sierra La Juanita.**

Las arcilitas de la primera formación tienen características similares a las de Olavarría; en la Formación Cerro Negro tienen un espesor de 70 m, medido con perforaciones, y su color es gris oliva, son untuosas y fisibles y mineralógicamente semejantes a las de Olavarría. Sólo afloran al pie del cerro Chato, donde se observa un espesor de 15 metros.

En el área **San Manuel**, 7 km al NO de esta localidad, en los cerros **Reconquista, del Medio y del Pueblo**, existen depósitos formados por caolinita, pirofilita y sericita con abundante contenido en  $Fe_2O_3$  y variable proporción de cuarzo; sus colores son rojizos, violáceos y blanquecinos y tienen espesores de 10 a 15 m. Se trata de cuerpos formados por alteración hidrotermal del basamento.

También hay niveles de arcillas sedimentarias, intercaladas entre las cuarcitas, cuyo color es amarillo verdoso, y el espesor es de 10 a 15 m; la composición mineralógica es similar a las anteriores.

Asimismo, en esta provincia se encuentran depósitos modernos (Pleistoceno), comunmente denominados "suelos arcillosos" compuestos por illita, montmorillonita y caolinita asociadas con limo y arena fina. Estos cuerpos se explotan en muchos lugares para producir ladrillos y agregados livianos; entre ellos pueden citarse, para los cercanos a Buenos Aires, las zonas de **Campana, Castelar, Chivilcoy, Escobar, Hudson, José L. Suarez, Carlos Paz, Monte Chingolo, Pilar**, etc. Asimismo existen otros cerca de **Bahía Blanca y Azul.**

**Provincia de Córdoba.** Hay diversos depósitos de arcillas varias en esta provincia, los cuales se ubican en los departamentos Colón, Tulumba e Ischilín.

En el dep. Colón, unos 10-12 km al E de la ciudad de Córdoba, en las márgenes del **río Primero** se explotan sedimentos limo-arcillosos de la Formación Río Primero (Pleistoceno medio a superior) destinados a cerámica roja en general.

Se trata de sedimentos de color pardo rojizo o amarillento que presentan intercalaciones de arena; el espesor es de 20 m y el destape es de unos 3 m. La fracción arcillosa está formada por abundante illita con montmorillonita y algo de caolinita, completan la composición feldespato, cuarzo, mica y vidrio volcánico.

En el dep. Tulumba, unos 7 km al E de **Dean Funes**, al pie de la serranía Sauce Punco, se explota una arcilla rojiza en parte mezclada con arenas; la potencia de la capa es de 3,5 a 4 m y está cubierta por limos, arenas y tierra vegetal que tienen 1 a 2 m de espesor. Este material también se destina a cerámica roja.

En el paraje **Los Tártagos**, 28 km al E de Cruz del Eje, en el dep. Ischilín, existe una capa de limos arcillosos de color pardo rojizo que tiene espesores de 10 a 15 m y un encape de 2 a 3 m, que es usada con el mismo fin que la anterior.

En el área de Nono, sobre la ruta provincial 15, unos 24 km al N de Villa Dolores, hay un depósito de material arcilloso conocido como mina Eureka.

Se trata de un cuerpo de color blanco parduzco, generado por alteración hidrotermal del granito local, triturado por una falla; está compuesto por montmorillonita, illita, abundante cuarzo, restos de feldespatos y clastos alterados de la roca indicada.

Hacia el E y SE de esta mina se encuentran otros 2 cuerpos semejantes.

**Provincia del Chubut.** En esta provincia se explotan pequeños tonelajes en yacimientos de arcillas ubicados en el dep. Gaiman.

Provincia de Entre Ríos. En esta provincia se explotan arcillas varias con destino a cerámica roja principalmente en los departamentos Paraná y Diamante.

Provincia de Jujuy. Según información de la Dirección Provincial de Minería este tipo de arcillas se explotan para cerámica roja principalmente en los departamentos Capital, Tumbaya y Tilcara.

Provincia de La Rioja. En las proximidades de **Tinocán** y **Mazán** se encuentran las minas de arcillas Los Zanjones, María y Muñorco; se trata de limos arcillosos y arcillas del Plioceno.

En las 2 primeras los bancos tienen espesores de 0,10 a 0,25 m y color blanco grisáceo a verde; en la última, las capas miden de 0,70 a 1,10 m de potencia alcanzando en algunos sectores hasta los 2 m y son de color blanco a gris blanquecino.

Provincia de Mendoza. Hay cuatro centros principales productores de arcillas varias; dos de ellos están en el dep. Las Heras, otro en el Tupungato y el restante en el San Rafael.

En el primero se encuentra la cantera **El Salado**, ubicada en Capdeville, a 500 m al E de la ruta nacional 7, dos kilómetros al N de la fábrica de cemento Corcemar SA; el material que se explota se destina a este fin. Se trata de sedimentos limo-arcillosos a arenosos de color pardo claro cuya cubierta alcanza hasta 2 metros.

En el mismo dep. Las Heras, unos 15 km al N de la ciudad de Mendoza, en el paraje denominado **El Borbollón**, se explota una "tierra alumino-arcillosa" de color pardo que incluye nódulos de tosca; el material extraído se destina a la fabricación de cemento.

En el dep. Tupungato, 1,5 km al O de la localidad de Zapata, ubicada unos 10 km al N de Tunuyán, se encuentra la cantera **La Zapatina** donde se extrae un sedimento arcillo-limoso de colores gris y pardo, cuyo espesor es de 2,5 a 3 metros.

Finalmente, en el paraje Los Reyunos, 4 km al NO de Villa 25 de

Mayo y 30 km al O de San Rafael, existe un depósito limo-arcilloso pardo rojizo (Terciario) que tiene un espesor de 8 a 10 m y que incluye niveles arcillosos grises y clastos de vulcanitas; la cubierta tiene 1 a 2 m de potencia.

Provincia de Misiones. En esta provincia se explotan arcillas para cerámica roja en varias localidades, entre otras, Posadas, Candelaria, Eldorado e Iguazú.

Provincia del Neuquén. Aproximadamente 33-35 km al S de Zapala y Ramón Castro, existen depósitos de arcillas varias intercalados con otros de arcillas plásticas que han sido citados en el capítulo 1. En la mina **Beatriz** se observan 2 bancos de arcillas rojas cuyos espesores varían entre 0,2 y 1,5 metros.

Veinticinco kilómetros al SSE de Zapala se ubica la mina **Verdacho**, en la vertiente N del cerro Picún Leufú, donde existe un horizonte de arcilla roja cuya potencia oscila entre 1,20 y 2 m, que tiene encapes comprendidos entre 5 y 14 m; está asociado con un manto de arcilla plástica de 0,30 a 0,40 m de espesor. Estos sedimentos corresponden a la Formación Lotena (Jurásico medio).

Provincia de Salta. En esta provincia se explota un depósito de limo arcilloso (Holoceno) de color pardo claro a gris en el paraje denominado **La Isla**, que está situado a 8 km al sur de la ciudad de Salta al E de los cerros la Pedrera y La Quesera, a orillas del río Arenales.

Provincia de San Juan. En los departamentos Ullum y Sarmiento se explotan sedimentos arcillosos con destino a cerámica roja.

En el primero, en el extremo N de la sierra Chica del Zonda, unos 16 km al NO de la ciudad de San Juan, se ubica el yacimiento **San José** constituido por limos arcillosos y arcilitas pardo rojizas del Calchaquense (Terciario).

En el segundo, 8 km al S de la localidad **Villa Media Agua**, en las proximidades de la ruta nacional 40, se extrae un material muy fino y plástico, de color gris oscuro, denominado "tierra greda", que se utiliza para cerámica roja en la ciudad de Mendoza. Dos kilómetros al Sur de la localidad **San Carlos**, sobre la misma ruta y en el límite con la provincia de Mendoza, también se explota un material similar con el mismo fin.

**Provincia de San Luis.** 17 km al N de la ciudad de San Luis, en las proximidades de la localidad **Las Chacras**, se encuentra un depósito de arcilla color pardo rojiza del Terciario que tiene una potencia de 3 a 4 m y está cubierto por sedimentos fluviales de igual grosor.

También en el paraje **Las Palmas**, 2,5 km al N de la fábrica de cemento El Gigante, se localiza un banco de arcilla parda rojiza del Terciario, que tiene un espesor de 4 m, y que se explota para proveer de material arcilloso a esa industria.

**Provincia de Santiago del Estero.** 8 km al SO de la capital provincial, se explota un limo-arcilloso plástico, que forma parte de los sedimentos cuaternarios del área, con destino a cerámica roja; tiene color gris y una cubierta que varía entre 1 y 2 m.

Para esta provincia también se mencionan arcillas de este tipo en la sierra de Guasayán, en el dep. Choya, donde se ubican las minas **La Aurora** y **Las Higuierillas**.

Se trata de depósitos del Terciario (Eoceno o Mioceno) que se localizan por arriba o por debajo de los horizontes de yeso; los espesores varían desde algunos decímetros hasta más de 2 m, los colores característicos son verde, verde amarillento y pardo.

**Provincia de Tucumán.** En las cercanías de la capital provincial, al pie del **cerro San Javier**, se explotan limos arcillosos modernos, de colores pardo a gris oscuro, que tienen buena plasticidad y que se destinan a cerámica roja; en las estadísticas figuran como arcillas

plásticas. También se exhiben pequeños yacimientos en las provincias de La Pampa y Santa Cruz.

### 3.2. PRODUCCION

En el gráfico 5 se indica la producción total del país correspondiente al período 1979-1988.

Obsérvese el gran incremento del tonelaje que se registra a partir de 1987; ello se debe a que un volumen importante (aprox 700.000 t) que antes se clasificaba como arcillas plásticas son agrupadas desde ese año como arcillas varias.

#### ARCILLAS VARIAS Producción Nacional (1979-1988)

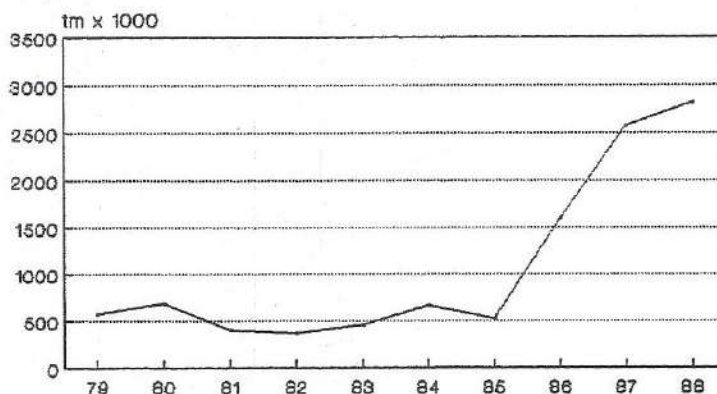


Gráfico 5

En el gráfico 6 se indican los porcentajes de producción por provincia, correspondiente a 1988. En otros se incluyen las provincias del Chubut, Jujuy, La Pampa, Neuquén, San Luis, Santa Cruz y Santiago del Estero.

## ARCILLAS VARIAS Producción por Provincia 1988

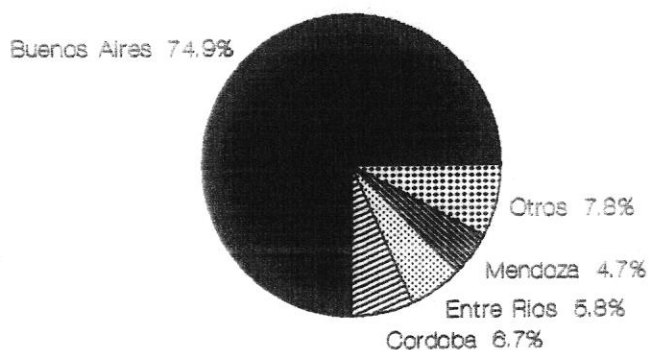


Gráfico 6

### 3.3. USOS

La industria de la cerámica roja, como se indicó, consume el mayor tonelaje de estas arcillas para la producción de ladrillos huecos, tejas, baldosas, revestimientos decorativos, caños, etc.

La materia prima para este uso debe tener un alto grado de plasticidad para poder usar equipos moldeadores por presión, con bajo contenido de agua.

En general, estas arcillas están compuestas por illita, caolinita y montmorillonita con cloritas en menor proporción; cuarzo, feldespato y otros componentes detríticos son abundantes, y los minerales con hierro son imprescindibles en la mayoría de los casos.

Las propiedades físicas del material crudo y seco, el encogimiento, la facilidad del secado, la temperatura de fusión, el color del cocido, etc. son propiedades significativas para seleccionar el material a utilizar.



Las arcillas que se usan en la industria del cemento portland contribuyen con  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , alcalinos, alcalinotérreos y en parte hierro. Prácticamente la única especificación para esta aplicación es el contenido en  $\text{MgO}$ , ya que un exceso del 5% es inadecuado para la estabilidad del cemento. Para el resto de los componentes no existen mayores exigencias porque las deficiencias o excesos en la composición de las calizas y arcillas se compensan con otros productos naturales (arenas, materiales piroclásticos y minerales ferrosos) o artificiales (escorias). En general son deseables arcillas con buenos tenores de óxidos de hierro, de alúmina y no demasiado elevado de sílice; caolinita, illita y montmorillonita son convenientes pero la presencia de clorita y attapulgita o sepiolita son indeseables.

También debe mencionarse la utilización de estas arcillas en cementos pozzolánicos; estos se caracterizan porque calcio, sodio y potasio, en presencia de  $\text{H}_2\text{O}$  a temperaturas ordinarias, se combinan para generar compuestos de baja solubilidad que poseen propiedades cementantes. Los minerales arcillosos no tienen propiedades "pozzolánicas" pero cuando son calcinados, en el rango de temperatura de 650 a 980°C, la deshidratación y los cambios estructurales producen el desarrollo de reactividad.

Las arcillas de este tipo también son usadas en argamasas reemplazando parte del cemento, para mejorar la plasticidad y trabajabilidad del mortero.

Otra utilización importante es la producción de agregados livianos de varias granulometrías para hormigón estructural o para elaborar unidades para mampostería. Pequeños trozos de arcilla se calientan muy rápidamente en hornos rotatorios o equipos de sinterización a temperaturas entre fusión incipiente y completa, produciendo el entrampamiento de los gases liberados ( $\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ), lo que



provoca su hinchamiento y vesiculación; el volumen original del material aumenta de 3 a 5 veces y la densidad de los productos obtenidos es de  $0,5 \text{ gr/cm}^3$  aproximadamente.

Illita, montmorillonita, clorita y attapulgita son los componentes arcillosos más deseables para éste uso pero predominan los dos primeros asociados con pequeñas cantidades de caolinita; el contenido de hierro, alcalinos y alcalinotérreos debe ser superior al 5%. Con estos agregados se obtienen hormigones de muy buena calidad, de peso reducido, baja conductividad térmica y buena resistencia al congelamiento.

Estas arcillas también son usadas, cuando se desean reducir costos, como transportadores y como carga en pesticidas, plásticos, pinturas, etc, en lugar de caolinita, attapulgita o bentonitas.

Para la confección de ladrillos comunes, caños, terracota, tejas, etc., con frecuencia se usan suelos arcillosos o loésicos compuestos por illita y caolinita predominantes y con un porcentaje menor de montmorillonita y clorita, a los que se agregan cuarzo y otros minerales detríticos de grano fino, es decir son arcillas limo-arenosas; lo mismo sucede en la elaboración de cemento portland. En las provincias de Buenos Aires, Córdoba, La Rioja, Mendoza, Salta, San Juan y Tucumán, se usan intensivamente estos sedimentos con esas finalidades.

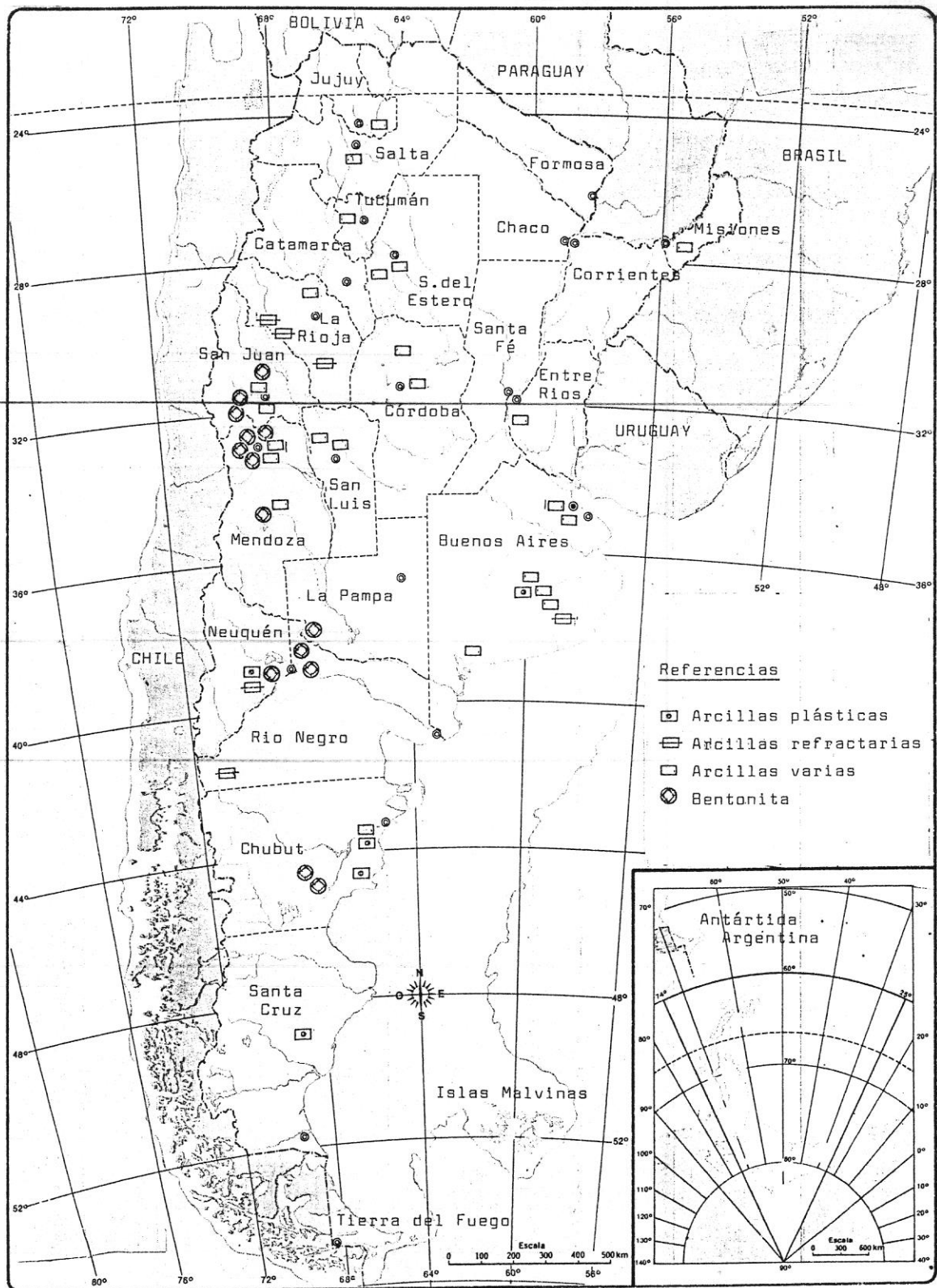


Figura 1. DISTRIBUCION DE LOS DEPOSITOS DE ARCILLAS PLASTICAS, REFRACTARIAS Y VARIAS, Y BENTONITA EN LA REPUBLICA ARGENTINA.

#### 4. ARENA SILICEA

La arena es un sedimento clástico no consolidado compuesto predominantemente por granos comprendidos entre 0,0625 y 2 mm, que a su vez se dividen, en forma convencional, en cinco fracciones de tamaño, desde arena muy fina a muy gruesa. Sin embargo, en la producción de vidrio, las fracciones más gruesas y una variedad de tamaños dificultaría la fusión por lo cual las especificaciones se basan en la frecuencia de distribución de los mismos y el uso se limita a las fracciones comprendidas entre 0,5 y 0,2 mm aproximadamente lo cual también favorece la rapidez y facilidad de la fusión.

Las arenas silíceas, sería mejor llamarlas arenas cuarzosas, son aquellas en que el cuarzo es tan predominante que supera el 95%; cuando se las lava y trata se llega a valores del 98-99% .

La mayor parte de la arena silicea se destina principalmente a la fabricación de vidrios planos, a envases, cristalería y silicato de sodio, por lo cual el contenido en hierro debe ser muy bajo dependiendo del tipo de vidrio al que se destina, pero en general, expresado como  $Fe_2O_3$  oscila entre 0,1 y 0,05% aproximadamente; la  $Al_2O_3$  debe estar entre 0,5 y 1%. También son importantes la posible presencia de agentes colorantes tales como Co, Cu, Cr, Mn, Ni, Pb y V y de minerales que tienen alto punto de fusión como cianita, sillimanita, cromita, etc. Estos son los principales factores físicos y químicos limitantes que deben superar las arenas destinadas a esos usos.

#### 4.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

Según las estadísticas mineras, la principal provincia productora es Entre Ríos a la que le siguen en menor proporción Chubut, San Luis, Jujuy y Mendoza.

A los factores limitantes indicados en el punto anterior deben agregarse otros de orden económico que son: ubicación del depósito, espesor de la cubierta, localización de los centros de consumo, costo del transporte y naturaleza de la planta de lavado y tratamiento.

En la figura 2 puede verse la ubicación de las principales áreas.

**Provincia de Entre Ríos.** Existen dos grandes áreas que proveen arenas silíceas, Ibicuy y Diamante.

**Area Ibicuy.** Esta área está en las inmediaciones de la localidad de Ibicuy unos 200 km de la ciudad de Buenos Aires, en cuyos alrededores se concentran los principales consumidores; el transporte es por vía fluvial.

El manto de arena que se explota es cuaternario, tiene 2,50 m de espesor promedio y un encape del orden de 1 metro. El material lavado tiene 99% de  $\text{SiO}_2$ , 0,13% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y 0,5% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; la granulometría indica que sólo el 2,6% es retenida en malla 40 (=0,42mm) y que el 99,7% queda en malla 140 (=0,105mm).

La arena es tamizada y lavada, para eliminar los minerales pesados.

**Area Diamante.** Se trata de una extensa región que se ubica en las inmediaciones de la localidad del mismo nombre, pero existen depósitos en el norte, en Aldea Brasilera. Esta zona está a unos 550 km de Buenos Aires, el transporte es fluvial, ya que se encuentra en las cercanías del río Paraná, el material es sometido a

atracción, tratado con separadores magnéticos y lavado, a veces con ácido diluido.

Las arenas son del Plioceno, el espesor promedio es de 5 m y la relación arena a destape es de 1 a 1; el producto final tiene 98% de  $\text{SiO}_2$ , 0,05 a 0,08% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y 1% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

La granulometría es algo mayor que la de Ibicuy, un 10 a 14% es retenido en malla 40 pero el 99,7% es retenido en malla 100.

Provincia del Chubut. Esta provincia produce arena silícea a partir de depósitos que se ubican en el departamento Escalante, en las inmediaciones de la localidad de **Río Chico**, situada unos 65 km en línea recta al NO de Comodoro Rivadavia.

Provincia de Jujuy. Las arenas silíceas se habrían explotado por Fabricaciones Militares en las cercanías de Palpalá, al SE de San Salvador de Jujuy.

Provincia de San Luis. En esta provincia se explotan las arenas del **río Jarilla** en un lugar ubicado a unos pocos km de la estación del mismo nombre del FCNGSM, la cual está aproximadamente unos 75 km al O de la ciudad de San Luis, por la ruta nacional 7, y a unos 10 km de la frontera con Mendoza.

La arena explotada se usa para construcción pero en parte se produce arena silícea para vidrio; se trata de material de grano mediano a fino pero cuya granulometría es bastante variable.

La estadística minera del año 1988 señala una muy pequeña producción para la provincia de Mendoza.

Hay otras fuentes que podrían sustituir al material de estos depósitos tales como arenas de lecho de río actual, en cuyo caso se llega a valores de 98,5% de  $\text{SiO}_2$ , cuando son tamizadas, lavadas y tratadas mediante separadores magnéticos, pero la utilización depende de la ubicación en relación con los centros de consumo y de

las características físico-químicas indicadas, en especial la granulometría. También se usa cuarcita pero la ley de  $\text{SiO}_2$  es menor, y el costo de la molienda es alto, lo cual hace que no sea fácil competir con los depósitos de Entre Ríos. El cuarzo de las pegmatitas será tratado al referirnos a este mineral en particular.

#### 4.2. PRODUCCION

La producción de arenas silíceas en el país para el período ~~1979-1988~~ puede verse en el gráfico 7. Obsérvese que desde 1983 el tonelaje se ha mantenido aproximadamente estable.

#### ARENA SILICEA Producción Nacional (1979-1988)

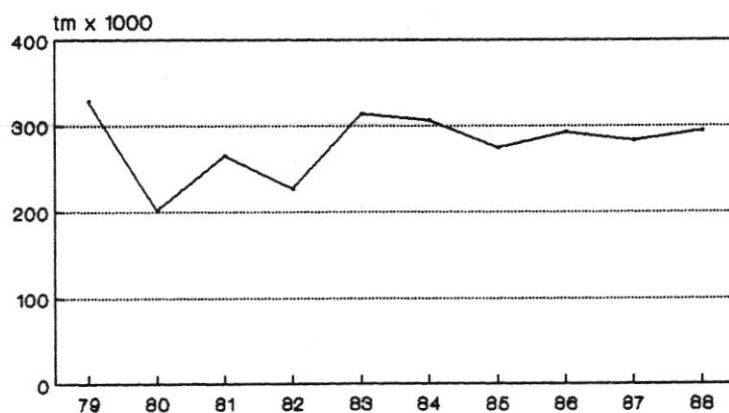


Gráfico 7

En cuanto a la producción por provincia, en el gráfico 8 se indican los porcentuales para cada una de ellas, correspondientes a 1988. La denominación otros se refiere a San Luis (6200 t) y Jujuy (4200 t).

## ARENA SILICEA Producción por Provincia 1988

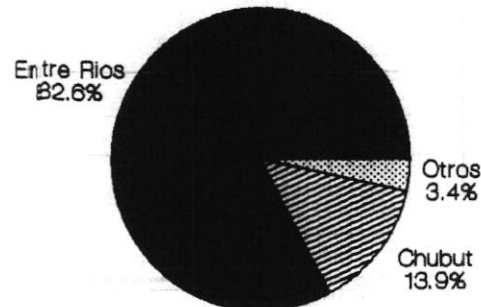


Gráfico 8

### 4.3. USOS

El uso principal de las arenas silíceas se refiere a la fabricación de vidrios y a la industria química, pero también podría usárselas en metalurgia, refractarios, cerámica, en arenado, en carburo de silicio, etc.

Como se indicó, el material proveniente de Entre Ríos se destina casi exclusivamente a la industria del vidrio, el de Ibicuy a vidrios planos y el de Diamante a envases, cristalería y a la producción de silicato de sodio.

## 5. BARITINA

La baritina es sulfato de bario ( $BaSO_4$ ) cuyo contenido es de 65,7% de  $BaO$  y 34,3% de  $SO_3$ . El mineral es fácilmente reconocible por su alta densidad (4,5), su dureza 3 a 3,5 y por presentar un clivaje perfecto; su color es blanco pero también puede ser amarillo, pardo, rosado y verdoso, y tiene brillo vítreo, a veces nacarado; es relativamente insoluble en agua y ácidos y al colocarlo en la llama de un mechero da color amarillo verdoso.

### 5.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

Los depósitos argentinos de baritina son de dos tipos: hidrotermales y sedimentarios; también se presenta como ganga de minerales metalíferos.

Los yacimientos sedimentarios son singenéticos con sedimentos marinos y están restringidos a ciertas capas asociadas con calizas.

Los hidrotermales son considerados de baja temperatura y se alojan en fallas, diaclasas y estructuras de colapso en calizas; algunos de ellos son considerados como producto de la removilización de los anteriores.

Existen yacimientos en las provincias de Córdoba, Chubut, Jujuy, La Rioja, Mendoza, Neuquén, Salta, San Juan y Santa Cruz; las principales áreas se indican esquemáticamente en el mapa de la figura 4.

Provincia de Córdoba. En la literatura se citan yacimientos de baritina en el área El Portezuelo, 95 km hacia el NE de la localidad de Quilino donde existen cuatro minas: Carmen, Blanca, Stella y La Pochita.



Las vetas son de tipo hidrotermal con potencias que varían entre 0,80 y 1,50 metros.

Provincia del Chubut. Los depósitos de esta provincia se encuentran localizados en los departamentos Paso de los Indios y Gastre.

En el primero se destacan las minas **Piedras Blancas**, 64 km al NO de la localidad Paso de los Indios. El yacimiento es vetiforme y el espesor llegaría a 2 m ; la baritina es blanca y de gran pureza con manchas ocasionales de óxidos de hierro.

En el departamento de Gastre existen dos áreas conocidas como **Lagunita Salada** y Cacique Yanquetruz. La primera se ubica 50 km al sur de la localidad de Gastre y las minas se denominan Alejandrito, Ceferino Namuncurá y Tres; se trata de cuerpos vetiformes alojados en rocas porfiríticas.

La veta de la mina Alejandrito tiene espesores que oscilan entre 0,50 y 1,50 metros y en la de Ceferino Namuncurá alcanzan los 40 cm. En la mina Tres el depósito es laminar con un espesor variable entre 0,80 y 1,10 m.

La mina **Cacique Yanquetruz**, se localiza 70 km al SO de Gan Gan. La mineralización se encuentra alojada en una fractura donde se forman cuerpos lenticulares con espesores que varían desde algunos decímetros a 2,20 m; existen otras vetas paralelas de diverso espesor.

Provincia de Jujuy. Los depósitos explotados se encuentran en la Cordillera Oriental; son cuerpos vetiformes con potencias desde decímetros hasta 2 m emplazados en rocas sedimentarias del Paleozoico inferior.

Los distritos principales son **Alumbrión** y **El Gigante**; el primero se encuentra 65 km al oeste de Purmamarca donde afloran las vetas de las minas Natacia, Colorado, Pives, Tusca y Sixto.

En la zona del cerro El Gigante, que se halla 60 km al E de Humahuaca, existen numerosos cuerpos vetiformes con baritina y galena entre los que se destaca el de la mina Noemí Antonia que tiene espesores que llegan a los 3 m.

Otra zona de interés es la ubicada 14 km al NNE de Huacalera, donde se encuentran las minas Zaira, Cristina I, II y III, Sixilera, Yacoraita y José Eduardo cuyas potencias llegan a 1 m.

**Provincia de La Rioja.** Las minas de baritina de esta provincia se agrupan en 7 distritos, que pertenecen a los ambientes de Sierras Pampeanas y Precordillera, conocidos como Cerro Asperecito, La Puntilla, Agua Quemada, Talampaya, Bajo de las Minas, Urcushum y Las Jarillas.

Para el distrito **Cerro Asperecito** se citan las minas Victoria y Ernesto que se encuentran unos pocos kilómetros al NO de Villa Castelli; la veta tiene espesores de 0,30 a 1 m y la baritina está asociada con fluorita.

El distrito **La Puntilla** se ubica unos 15 km al NNE de Villa Unión y comprende las minas La Puntilla, Silvano, Minar, Don Pedro y Lomas Blancas; los espesores de los cuerpos varían entre 0,10 y 1,50 metros.

En el área **Agua Quemada**, que se sitúa 18 km al NE de Amaná, se conocen las vetas San Nicolás I y II con potencias que varían de unos pocos centímetros hasta 0,70 m; existe fluorita asociada.

El distrito **Bajo de las Minas** se encuentra unos 22 km al NO del de Agua Quemada donde se conocen las minas Isabel y La Mendocina. La primera tiene dos vetas cuyas potencias varían desde unos pocos decímetros a 2 metros. La Mendocina se halla 30 km al N de la anterior; las vetas tienen potencias entre 0,5 y 1 m, con sectores que tienen abundante fluorita.

En el **Talampaya**, ubicado 150 km al NO de Patquia, existen 9

vetas cuyas potencias oscilan generalmente entre 1 y 2 m pero que pueden llegar a 10 m; el mineral aparece asociado con fluorita. Las minas son, entre otras, El Hornito y Aurelia II.

La zona del **Cerro Urcushun**, también conocida como de la mina Helvecia, se ubica unos 25 km al O de Guandacol; para unos autores el depósito es sedimentario, para otros epigenético. Se presentan varios cuerpos tabulares de baritina que tienen hasta 2 m de espesor. Las minas más conocidas son Helvecia y Emma I y II.

El distrito conocido como **Las Jarillas** está 70 km al NO de Guandacol donde se encuentran varias vetas epitermales. Las minas son El Chalchalero, Paulkina y Santa María II, entre otras, cuyas vetas tienen espesores comprendidos entre 0,30 y 2,20 m.

Finalmente también se cita el distrito **Valle Hermoso** unos 50 km en línea recta al N de Vinchina.

**Provincia de Mendoza.** Existen 2 áreas con depósitos de baritina, una al norte de la provincia, en la **Pampa Casa de Piedra**; las minas son: La Horqueta, General Alvear, General Lavalle, General San Martín y General Pueyrredón, etc. Estos depósitos se incluyen en sedimentitas paleozoicas.

La otra región se ubica en el área situada al **oeste de las localidades Sosneado, Malargüe y Bardas Blancas**. Se trata de cuerpos mantiformes cuyos espesores alcanzan los 10 metros y que están alojados concordantemente en sedimentos mesozoicos, especialmente jurásicos.

Los principales yacimientos están en las minas Luthema, Monteagudo, La Salida, El Compadrito, Santa Teresa y La Horqueta. En la primera la mena se compone de baritina asociada con celestina y abundantes óxidos de hierro; la mina Monteagudo es similar a la anterior.

La Salida se halla unos 20 km al N de las dos anteriores ; el depósito tiene potencias que varían entre 0,70 y 1,10 m.

La mina El Compadrito se ubica en las inmediaciones de la localidad Bardas Blancas; el manto tiene potencias que llegan a los 6 m. Este yacimiento fue intensamente explotado en el pasado.

La Santa Teresa se ubica 57 km al NO de Malargüe; la mineralización se aloja en sedimentitas del Cretácico superior.

**Provincia del Neuquén.** Esta provincia es la principal productora de baritina en el país; la región principal ocupa una zona de 50 km de ancho entre **Chos Malal y Zapala.**

La mayor parte de los yacimientos se encuentran en la Cordillera Principal, incluidos en rocas sedimentarias plegadas y fracturadas del Mesozoico, en forma de mantos concordantes o bien alojados en fallas; los primeros son del tipo estratoligados y de edad jurásica, y los segundos son vetiformes, epitermales, formados durante el Terciario. La mineralización está compuesta por baritina con cantidades menores de celestina, en algunos casos el sulfato de estroncio se torna predominante.

Las dimensiones de los depósitos varían mucho, los vetiformes tienen longitudes que van desde decenas de metros al kilómetro y las potencias oscilan desde unos pocos centímetros hasta 1 a 2,50 m; en los cuerpos mantiformes el espesor puede superar los 10 metros.

A continuación se mencionarán los depósitos más destacados, en sentido norte a sur.

La mina Arroyo Nuevo se encuentra 40 km al NE de Chos Malal; se trata de un manto de baritina intercalado concordantemente en lutitas jurásicas cuyo espesor varía entre 1,5 y 2,5 metros.

La San Eduardo está 43 km al sur de Chos Malal; las rocas del lugar son sedimentitas marinas del Cretácico superior y el depósito, que aparentemente es concordante, tiene espesores que varían entre

1,5 y 6 m. Unos 500 m al sur de la anterior se presenta La Bienvenida.

Unos 135 km al norte de Zapala se ubica el área del cerro Rayoso donde se encuentran las minas San José, Churriaca y Mabel; los cuerpos mineralizados se alojan en sedimentos marinos del Cretácico inferior.

La primera se caracteriza por cuerpos vetiformes con una potencia predominante de 0,30 a 0,50 m; la segunda se ubica unos pocos kilómetros al oeste de la anterior y la Mabel al sur de esta última.

En las inmediaciones del pueblo de Loncopué se encuentran las minas La Rosita y Florcita; los depósitos son vetiformes, encajados en sedimentos marinos del Jurásico superior. En la primera hay 3 cuerpos cuyas potencias varían entre 0,20 y 1,00 m. La mina Florcita tiene una veta principal cuyo espesor está comprendido entre 20 y 80 centímetros.

Unos 65 km al SSE de Chos Malal se encuentran las minas La Cecilia, La Graciela y La Blanca donde la mineralización es de celestina y baritina.

Cincuenta kilómetros al NND de la localidad El Hucú, se ubica la mina Barda Klein, donde aparece un manto de baritina con cantidades subordinadas de celestina que se incluye en sedimentos marinos del Cretácico inferior; su espesor alcanza a los 10 m y su longitud es de 1000 metros.

El grupo denominado Santa Bárbara se localiza unos 68 km al norte de Zapala y los depósitos están incluidos en sedimentos marinos del Cretácico inferior; la mineralización está controlada por un horizonte calcáreo cavernoso. Existen 2 sectores principales con longitudes de 150 m y con potencias de 1,5 a 4 metros.

Hacia el sur de ese grupo se encuentra la mina 4 de Noviembre; el yacimiento está incluido concordantemente en sedimentos del Cretácico inferior. Existen dos zonas principales, una tiene una longitud de 1600 m y potencias que miden entre 2 y 3 m; la segunda tiene 450 m de largo y espesores inferiores a 2,5 metros.

Unos 60 km al N de Zapala, en el área de Mallín Quemado, se encuentran dos grupos de minas denominadas Achalay y Rio Agrio.

En el grupo Achalay los depósitos están incluidos en sedimentos conglomerádicos del Jurásico superior; la baritina aparece como un cuerpo vetiforme y un manto potente. La veta tiene una longitud de 400 m y un espesor variable entre 1 y 2 m; al norte de esa veta se descubrió un cuerpo mantiforme concordante que tiene espesores de hasta 10 metros.

El grupo Rio Agrio está formado por un conjunto de vetas encajadas en areniscas conglomerádicas; la veta principal tiene un recorrido de 1000 m y potencias importantes entre 1 y 5 metros.

**Provincia de Salta.** En esta provincia se conocen las minas Mono Abra y Acazoque. La primera está a unos 16 km al SSO de la localidad de Santa Victoria y tiene 4 vetas con potencias que varían entre 0,45 y 10 m; algunos autores la consideran como la mas importante del país. La Acazoque está 15 km al SO de San Antonio de los Cobres; la veta tiene un espesor promedio de 40 centímetros.

**Provincia de San Juan.** Se menciona la mina Faustina, ubicada en la estribación occidental del Tontal; se trataría de un cuerpo vetiforme de 5-6 m de espesor con guías masivas de baritina de hasta 15 cm de espesor.

**Provincia de Santa Cruz.** Durante 1974 se encontraron fisuras mineralizadas con baritina a unos 160 km al NO del puerto de San Julián. Se trata de 15 vetas subparalelas alojadas en tobas jurásicas de la Serie Porfirítica cuya potencia promedio es 0,70 m y con máximos de

2 metros.

## 5.2. PRODUCCION

La producción de baritina en el país comenzó en la década del 30, en la provincia de Mendoza, y se extendió a las indicadas en el punto anterior.

Los tonelajes producidos a nivel nacional para los años 1979 a 1988 puede verse en el gráfico 9. En ese período la producción se mantuvo entre 40.000 y 60.000 t por año.

### BARITINA Producción Nacional (1979-1988)

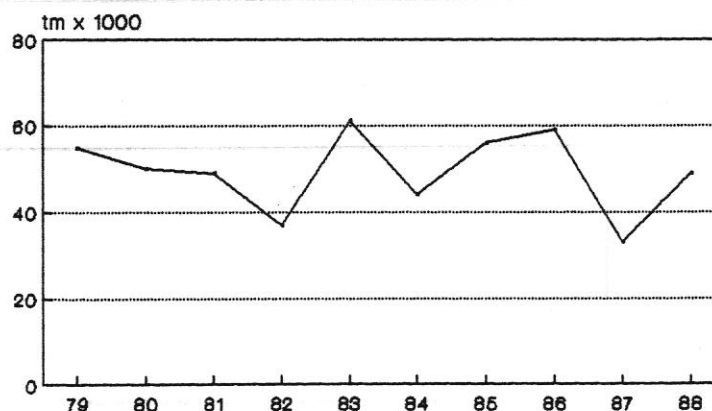


Gráfico 9

En cuanto a la producción por provincia, el gráfico 10 indica los porcentajes correspondientes a cada una de ellas para el año 1988 teniendo en cuenta los datos estadísticos proporcionados por la Subsecretaría de Minería de la Nación.

## BARITINA Producción por Provincia 1988

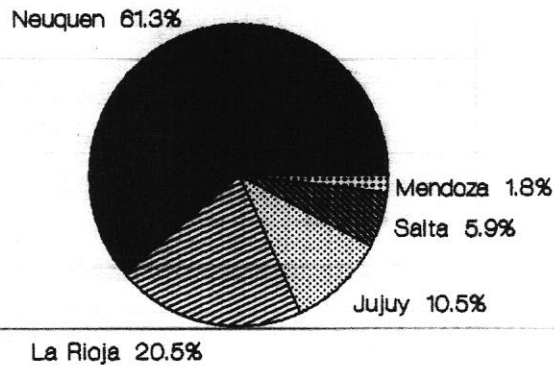


Gráfico 10

### 5.3. USOS

La baritina se utiliza principalmente en la industria petrolera para la preparación de barros de perforación (84%), en las del vidrio (5%), del caucho, del plástico y en pinturas como carga (5,5%), y en la industria química para la producción de compuestos de bario (5,5%).

En los barros de perforación se la usa finamente molida junto con bentonita, suspendidas en agua, para incrementar el peso de la columna del barro y controlar la eventual alta presión que pudiera encontrarse en algunas capas de gas o petróleo. La baritina es preferida entre otros minerales porque es barata y químicamente inerte, no es abrasiva y se la maneja fácilmente. En la fabricación de vidrios para vajilla de mesa y cristalería, el mineral produce mayor densidad y brillo en los productos terminados y cuando es usado como carga debe ser naturalmente blanco, de lo contrario debe ser blanqueado.



## 6. BENTONITA

La palabra bentonita fue usada para denominar a un material arcilloso con propiedades jabonosas. Luego, con ese término se definió a las rocas compuestas esencialmente por un mineral arcilloso formado por la desvitrificación y la alteración química de un material vítreo, ígneo, en la mayoría de los casos una toba o ceniza volcánica, y luego se agregó que ese mineral casi siempre era montmorillonita y con menor frecuencia beidellita.

Con el avance de los estudios se comprobó que en realidad había un grupo de minerales parecidos, todos ellos forman el grupo de la montmorillonita (=esmeclitas), dentro del cual está el mineral de igual nombre. Ahora se llama bentonita a cualquier arcilla compuesta predominantemente por un mineral arcilloso de ese grupo.

Otro término de interés es "tierra de Fuller" que se refiere a cualquier material natural que tiene la capacidad de decolorar aceites hasta el punto de darle valor comercial; el término no indica una composición mineralógica particular pero significa que está compuesta por un mineral arcilloso de las esmeclitas o de attapulgita.

El desarrollo del tema mineralógico demandaría demasiado espacio de manera que sólo se presentará un resumen elemental.

Las esmeclitas son filosilicatos, es decir silicatos cuya estructura está compuesta por láminas o como las hojas de un libro. Cada hoja está integrada por dos capas de átomos de silicio y oxígeno, que forman tetraedros, y en el medio, como en un sandwich, hay una capa con átomos de aluminio o de magnesio con oxígenos o hidroxilos que forman octaedros. A ese emparedado se lo llama capa o lámina tetraedro-octaedro-tetraedro o mejor t-o-t.

Debido a la diferente valencia del  $Al^{3+}$  y el  $Mg^{2+}$ , para

compensar la carga eléctrica de la fórmula, por cada 4 tetraedros de silicio serán necesarios dos octaedros de aluminio en un caso o tres de magnesio en el otro; de aquí surge el nombre de montmorillonita o esmectitas dioctaédricas y trioctaédricas. El subgrupo de las primeras, también denominado montmorillonitas aluminosas, está formado por la serie montmorillonita-beidellita y el de las trioctaédricas, también conocido como montmorillonitas magnésicas, por la serie hectorita-saponita.

Una fórmula aproximada de las capas t-o-t del mineral motmori-llonita sería  $(OH)_4Si_8Al_4O_{20}$ , pero sucede que parte del aluminio es reemplazado por magnesio, que tiene una valencia menos, quedando la fórmula sin balancear y las hojas t-o-t se separan o hinchan perpendicularmente a ellas, acomodándose en los nuevos espacios cationes ( $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ , etc.) en cantidad suficiente para compensar las cargas alteradas de la fórmula.

Para una montmorillonita sódica, por ejemplo, una fórmula podría ser  $(OH)_4Si_8(Al_{3,34}Mg_{0,66})O_{20}$ ; si el catión que se intercala es  $Ca^{2+}$  tendríamos una motmorillonita cálcica. Estas sustituciones son mucho más complejas que lo indicado, además los cambios de composición producidos son continuos.

La expansión indicada es una de las propiedades principales de este grupo de minerales, la cual no sólo permite acomodar iones de distinto tamaño, sino también agua, compuestos orgánicos, etc, consecuentemente, se modifica el tamaño del cristal en la dirección perpendicular a las láminas según lo que se ponga entre ellas.

Hay índices de hinchamiento con agua que cuantifican esta propiedad para cada mineral del grupo; las bentonitas sódicas tienen valores mucho más elevados que las cálcicas. Los cationes situados

entre las capas pueden intercambiarse unos por otros y esta es otra propiedad muy particular de este grupo de minerales que se llama capacidad de intercambio catiónico. Estos cambios pueden hacerse industrialmente para obtener propiedades deseadas en lugar de las naturales y entonces tenemos, por ejemplo, el caso de las bentonitas tratadas o activadas.

Los cristales de estos compuestos son tan pequeños que habitualmente para estudiarlos no bastan las propiedades comunes que se utilizan para los otros minerales siendo necesario recurrir también a técnicas especiales como rayos X, microscopía electrónica, análisis térmicos, etc. de manera que no vamos a dar aquí las propiedades comunes.

El mineral motmorillonita es el más frecuente de todos los integrantes esmectíticos de las bentonitas.

Una aclaración importante es que las propiedades de la bentonita no dependen sólo del mineral esmectítico predominante sino también de su grado de cristalinidad, del tamaño de los cristales, etc. y por lo tanto las propiedades pueden variar enormemente, por lo cual el campo de las aplicaciones es amplio y las especificaciones para cada caso son muy particulares.

#### **6.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES**

Las bentonitas pueden ser originadas por alteración in situ de tobas o cenizas volcánicas, o bien por acción hidrotermal y/o por meteorización de rocas magmáticas o metamórficas.

El primero es lejos el más común de estos tres orígenes, pero el ambiente geológico de la alteración puede ser marino poco profundo, pantanosos con vegetación y cuerpos de agua dulce, etc.

La mayoría de los yacimientos se formaron a partir de cenizas

de composición variable entre riolítica y dacítica, en general un alto porcentaje en  $\text{SiO}_2$  no parece promover la alteración, en cambio un moderado porcentaje de  $\text{MgO}$  (5 a 10%) favorece la transformación.

En algunos depósitos existen claras evidencias que se originaron por alteración hidrotermal de rocas ígneas, en especial, por la acción de soluciones ricas en magnesio las que al mismo tiempo lixiviaron la sílice y los alcalis.

La existencia de cuerpos de bentonitas en áreas donde no existió vulcanismo en los períodos de la formación, sugiere que algunos depósitos, especialmente del Terciario, se habrían formado por meteorización.

Los depósitos conocidos del país se encuentran en Chubut, La Pampa, Mendoza, Neuquén, Río Negro y San Juan; en la figura 1 se indica la ubicación de las áreas principales en forma resumida. La provincia citada en primer término no registra producción en los años 1988 y 1989; en 1987 sólo se produjeron 136 toneladas.

**Provincia del Chubut.** En esta provincia se registran diversas áreas con depósitos de bentonitas, las más conocidas se ubican en las sierras Cuadrada, Chaira y Overos.

**Sierra Cuadrada.** Este sector se localiza unos 160 km al NO de Comodoro Rivadavia, en el dep. Florentino Ameghino, en la parte sur de la sierra indicada. El yacimiento se encuentra incluido en sedimentos marinos limo-arcillosos de la Formación Salamanca (Paleoceno); se citan cuerpos a "modo de bolsones" con espesores de 3 a 4 m con un encape de 2 a 3 m, el color del mineral es gris amarillento.

**Sierras Overas.** Se ubica 135 km en línea recta al N de Comodoro Rivadavia y 185 km por caminos, en el dep. Florentino Ameghino, al N de las sierras mencionadas. El depósito de bentonita, que tiene una potencia de 3 m y posición horizontal, se incluye también en sedi-

mentos de la Formación Salamanca; el componente principal es montmorillonita, asociada con cuarzo, feldespato y yeso, su color es gris verdoso.

**Sierra Chaira.** Este yacimiento se localiza a 120 km por caminos al NO de Comodoro Rivadavia y unos 62 km al NO de la localidad Río Chico en el dep. Escalante.

El depósito, que se encuentra en sedimentos de la misma formación que el anterior, tiene un espesor de 2,5 a 3 m y está compuesto por montmorillonita (85%), cuarzo, illita y yeso; el color varía entre pardo y verde amarillento.

En la provincia también se citan afloramientos de bentonita en sierra Chata, en los departamentos Telsen y Biedma, al O de Puerto Madryn a unos 40 km de esta ciudad; en cerro León cerca de Gan Gan, en el dep. Gastre, unos 40 km al E de esta localidad; en Laguna Blanca en el dep. Tehuelches; en Punta Visser, 30 km al N de Comodoro Rivadavia, en el dep. Escalante, en el borde N del valle contiguo a la playa de bahía Solano; y en el área de Río Chico unos 50 km al NO de C. Rivadavia.

**Provincia de La Pampa.** Los depósitos de bentonita se encuentran en el extremo SO de la provincia, cerca del río Colorado, en el dep. Puelén, en las inmediaciones de la localidad de 25 de Mayo, en Colonia Chica y Puesto Romero. Los yacimientos se intercalan con las pelitas, calizas y yesos de la Formación Copel (Eoceno superior).

**Provincia de Mendoza.** Existen dos áreas bentoníticas principales ubicadas en Potrerillos-Cacheuta y en el distrito Carrizalito.

El distrito **Potrerillos-Cacheuta** se emplaza en el dep. Luján de Cuyo unos 6-10 km en línea recta al O de esas dos localidades, en el ámbito de la Precordillera.

Los depósitos se incluyen en sedimentos continentales arenosos,

arcillosos y tobáceos de la parte superior de la Formación Potrerillos (Triásico medio a superior). Existen una o dos capas de bentonita, la superior tiene un espesor que varía entre 1,5 a 7 m y la inferior, de mejor calidad, tiene potencias que oscilan entre 0,15 y 1,20 m; el color es gris a gris verdoso y verde amarillento. Los bancos están fallados y tienen buzamientos muy variados, algunos son subhorizontales otros están casi verticales.

Las minas de este distrito, entre otras, son: San Carlos, Santa Elena, María Laura, Carlos Guillermo, San Félix, El Salto y Elcha.

**Distrito Carrizalito.** Se encuentra en el distrito minero 28, al NE de Uspallata, en el dep. Las Heras; el yacimiento está entre los sedimentos arenosos y arcillosos del Calchaquense (Terciario). Se trata de un horizonte arcillo-bentonítico que tiene abundantes laminillas de yeso; el material se mezcla con bentonitas procedentes del área Barreal, San Juan.

Entre las minas más nombradas se encuentran: Virgen de Andacollo, Claudia, Nelly Susana, Eduardo y Don Emilio.

En esta provincia también se mencionan otros depósitos en la ladera oriental de la Precordillera, en el dep. Las Heras al S de Ramblón, cerca del límite con San Juan, donde existirían varios bancos de bentonitas intercalados en sedimentos areno-arcillosos del Calchauenense (Terciario), que tienen espesores de 0,30 a 0,60 m.

Otra área se localiza a 23 km al SO de San Rafael, por la ruta provincial 173; el depósito se aloja en sedimentos y tobas del Triásico. Existen, además, otras zonas donde se efectuaron denuncias mineros por bentonita.

**Provincia del Neuquén.** Los depósitos de bentonita de esta provincia se ubican unos 140 km en línea recta al O de Neuquén, entre Zapala y Cultral C6, a unos pocos kilómetros de la ruta nacional 22.

Existen varias minas en las que se explotan, a cielo abierto,

sedimentos bentoníticos incluidos en areniscas arcillosas, limolitas y tobas arenosas, depositadas en ambientes palustres y lacustres, de la Formación Collón Curá (Mioceno superior).

El manto bentonítico tiene una potencia de 2 a 3 m y una cubierta que varía entre 1 y 6 m; el componente arcilloso es montmorillonita, que está asociada con cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos y venillas de yeso que atraviesan el cuerpo mineral.

Las propiedades físicas varían de lugar en lugar; los materiales producidos se limpian y muelen en Cutral-Có y en parte se mezclan con bentonita del Lago Pellegrini para adaptarla al consumo petrolero.

Entre las minas del distrito se pueden citar: Cero Bandera, La Reservada, Lili, Julio René, 5 de Octubre, Nueva Era, Mario Luis, Victoria, Rodolfo y 7 de Mayo.

**Provincia de Río Negro.** Entre los yacimientos de esta provincia se distinguen los correspondientes al área del **Lago Pellegrini**, en el extremo SO de la misma, ubicada al N y O de la estación Comandante Cordero del FCNGR.

Los depósitos se extienden en los sectores S, SE y NO del lago, en las barrancas que lo circundan, y están alojados en las psamitas y pelitas del miembro medio de la Formación Allen (Cretácico superior).

Los horizontes bentoníticos tienen potencias que oscilan entre 5 y 60 cm, con un valor promedio de 30 cm; la cubierta varía entre 3 y 9 m. El color es blanquecino a verde amarillento, con aspecto ceroso; el componente arcilloso es montmorillonita, que tiene excelente cristalinidad, a la que se asocian plagioclasa, litoclastos volcánicos y cuarzo. La calidad varía pero en parte es de excelente calidad.

Entre las minas pueden citarse: La Angelita, Enrique, Tierras Blancas, Lago Pellegrini, Rola, Norma, Adelina, Alborada, María, Antonia y Mirta. El material extraído se procesa en plantas ubicadas en la misma zona de explotación, en Comandante Cordero y Cinco Saltos.

**General Roca.** Esta es otra área de interés, situada unos 9 km al N de la localidad de Gral Roca, en el dep. homónimo; en ese lugar se explotan las canteras Cholino donde se encuentra una capa de bentonita de 40 a 50 cm de espesor, que tiene una sobrecarga de 3 m. El mineral está compuesto principalmente por montmorillonita, cuarzo, plagioclasa, yeso y óxidos de hierro; el color es gris a verde oliva. Tres km al NO de esas canteras aflora otro banco de calidad similar que tiene espesores de 50-60 cm y una cubierta de 2 a 2,5 m.

En el dep. Valcheta, se cita el sector El Cerro, ubicado a 6-7 km al SSO de la estación Teniente Maza; el manto arcilloso-bentonítico es blanco y compacto, está asociado con yeso, tiene un espesor de 2 m y un encape de 4 metros.

**Provincia de San Juan.** Existen dos áreas bentoníticas en esta provincia, una localizada en las inmediaciones del valle del río Calingasta, unos 90 km en línea recta al O de la ciudad de San Juan, y la otra en la región de la sierra de Mogna, unos 80 km aproximadamente al N de la misma ciudad.

**Valle del río Calingasta.** Se encuentra ubicada en la vertiente occidental de la Precordillera entre las localidades Barreal y Colón, cerca de la ruta provincial 412. Los yacimientos se encuentran incluidos en las areniscas rojizas y grisáceas, las arcilitas limosas grises oscuras y las limonitas tobáceas grises y verdosas de las formaciones Cortaderita y Barreal (Triásico), ocupando una franja de 22 km de longitud en sentido N-S y un ancho de 1 a 5 km.

Los bancos bentoníticos tienen rumbo N-S y buzamientos desde 5°



hasta casi 90° tanto al E como al O; la longitud de los afloramientos alcanza hasta 800 m y la potencia varía generalmente entre 1 y 2 m, pero llega hasta 2,50 metros.

Existen entre 1 y 4 bancos, llegando a 7 en la mina Don Juan; el color es gris claro y oscuro, verde amarillento y verde oscuro. A veces engloban restos de troncos y material carbonoso. Las calidades varían, unos son compactos y suaves al tacto, otros son arenosos y ásperos.

Existen numerosas minas, entre ellas pueden citarse: en las cercanías de Barreal, Don Raúl, Emilia, Marilí, Auxiliadora, Ceferino Namuncurá, La Chilenita y La Cortadera; en la zona ubicada al E de Sorocayense, Don Juan, El Abrojo, La Cristina y Avenamar; en el área del cerro El Alcazar al E de Hilario, Bona, E. Alcazar y Los Marrones; y hacia el E de la localidad de Colón, Mecha, La Unica, La Esperanza y Verónica.

**Sierra de Mogna.** A este distrito se llega desde la ciudad de San Juan siguiendo 30 km por la ruta nacional 40, de ahí se siguen 38 km por la ruta provincial 82, que conduce a la localidad de Mogna, hasta el río La Junta y luego 12 km para alcanzar el paraje denominado Cañon del Colorado.

Estos depósitos se encuentran incluidos en sedimentos arenosos y arcillosos pardos y rojos que incluyen tobas blancas (Mioceno); existen 2 horizontes de bentonita de color blanco y blanco grisáceo cuya potencia varía entre 1 y 1,20 m, con máximos de 2 m en los bolsones.

El material de estos yacimientos se utiliza en purificación de aceites y grasas, y en cerámica. Las minas más conocidas son: Navidad, Ricardito, Santiaguito, San Antonio, San Pedrito y Tranquera.

## 6.2. PRODUCCION

La producción nacional de bentonita para los años 1979 a 1988 según las estadísticas oficiales, se indica en el gráfico 11 que sigue.

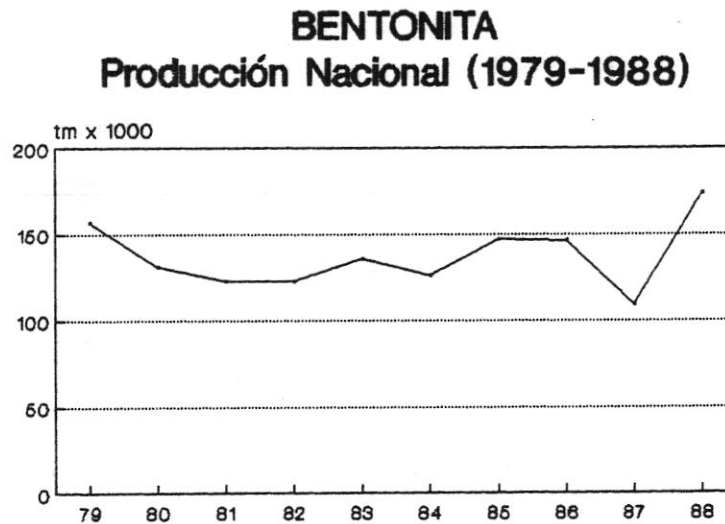


Gráfico 11

En el gráfico 12 se dan los porcentuales de las provincias productoras según los datos estadísticos de 1988.

## BENTONITA Producción por Provincia 1988

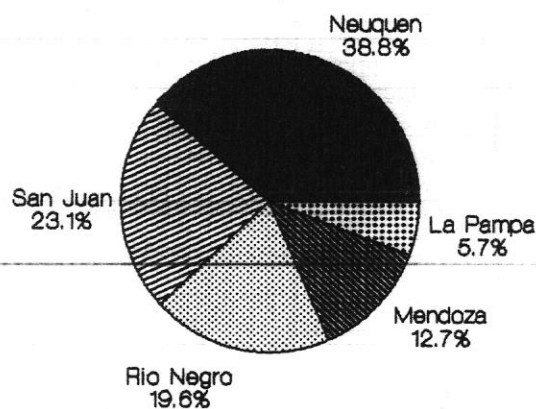


Gráfico 12

### 6.3. USOS

Los usos principales de las bentonitas son: en la búsqueda y recuperación de hidrocarburos, como ligante en arenas de fundición, en productos cerámicos, en control de propiedades "ingenieriles" de suelos y rocas, en la preparación y refinación de productos orgánicos, en adhesivos, en cementos y concretos, en clarificación de vinos y otros bebestibles, "colchones" y formación de gránulos de comida para animales, para pelletización de menas y combustibles, en pinturas y cauchos, en clarificación de aguas, en agricultura, etc.

Según la estadística minera de 1984-1986 la estructura de la demanda por usos es la siguiente: en perforación de pozos petrolíferos 53%, en arenas de fundición 23%, en alimentos balanceados 7%, en bentonita activada 5,4%, en pelletizaciones 5,2%, en clarificantes 2,4%, en cerámica 2%, en obras públicas 1% y en otros 1%.

La demanda para los dos primeros usos indicados es tan fuerte que comercialmente se usan las denominaciones bentonitas petroleras o para fundición. También debido a la importancia que tiene la composición química se usan las denominaciones bentonitas sódicas y cálcicas; en estos casos los índices de hinchamiento son muy distintos y en consecuencia condicionan el uso de las mismas.

A manera de ejemplo se darán algunas de las especificaciones para los dos usos cuantitativamente más importantes.

En la industria petrolera, durante las perforaciones por el método de rotación, se usan barros o fluidos bentoníticos. Ellos son bombeados por el agujero del vástago hasta el fondo del pozo circulando luego hacia la superficie por el espacio anular existente entre las barras y la pared del pozo, llevando los fragmentos cortados por la broca, cuando llegan a la superficie son conducidos a una cubeta donde se remueven las partículas y el fluido continúa circulando.

La función del barro es, además, la de contener los fluidos confinados que pudieran existir en las unidades litológicas, lubricar la herramienta cortante, construir una película impermeable en la pared del pozo que impida la penetración del agua del barro en las formaciones atravesadas, y dar cierta cohesión a los sedimentos no consolidados para controlar la abrasión de las paredes por las barras durante la perforación.

Por ello se necesita la mayor viscosidad posible para facilitar la remoción de los fragmentos rocosos y que las propiedades tixotrópicas sean marcadas para impedir que las partículas se asienten en el fondo y "congelen" el vástago cuando el bombeo cesa temporariamente. Es deseable que ambas propiedades no sean alteradas por concentración de sales o altas temperaturas que pudieran encontrarse

durante la operación.

Al fluido bentonítico se agregan baritina para aumentar la densidad y varios compuestos químicos orgánicos e inorgánicos para obtener las propiedades deseadas.

Asimismo es importante la cantidad de "barriles" de una determinada viscosidad (15 centipoises) que se obtienen con una tonelada de bentonita en agua dulce y salada; la propiedad de "cementar" la pared del pozo se mide por la pérdida de agua a través de un papel de filtro cuando el barro es sometido a una presión de 100 pounds por pulgada cuadrada o el equivalente en el sistema métrico decimal; y la fuerza del gel es calculada con los valores medidos inmediatamente después de agitación y luego de transcurridos 10 minutos.

Los ensayos y equipos para medir esas propiedades han sido cuidadosa y practicamente diseñados o seleccionados por el American Petroleum Institute (API), YPF, etc.

Esta última empresa fija valores específicos para: lecturas del viscosímetro Fann a 300 revoluciones por minuto y 600 rpm con mínimo de 30; la viscosidad plástica con mínimo de 5 cps, filtrado API con máximo de 14,5 cc; punto de fluencia con mínimo de 10 pounds por pie cuadrado; impurezas máximo de 2,5% en peso; humedad máximo 10%; y granulometría pasante malla 50 100% y pasante malla 70 95%.

Estas especificaciones muestran el rigor con que se analiza una bentonita para ese uso en particular.

La importancia de la producción, del consumo interno y de las exportaciones de este mineral muestran que una determinada tecnología puede ser dominada cuando las empresas realizan los esfuerzos técnicos necesarios.

Se hace notar que es una práctica corriente mezclar bentonitas de más de un yacimiento para obtener las especificaciones requeridas por los usuarios.

En cuanto a las bentonitas usadas como ligante en arenas de fundición también existen especificaciones detalladas que varían con el tipo de metal, los procedimientos de fundición, el tamaño de las piezas, etc.

Algunas exigencias son: contenido de agua mayor que el 6% y menor que 12%, pH igual o mayor que 8,2, contenido en CaO menor que 0,70% y límite líquido mayor que 600 y menor que 850. Además se exigen valores adecuados de resistencia a la compresión "en verde" o cruda, seca y con calentamientos, pérdida por calcinación, índices de hinchamiento, permeabilidad, ensayo con azul de metileno, etc.

## 7. BORATOS

Los minerales de boro que se explotan en la Argentina son **borax, ulexita, colemanita e hidroboraquita**

El **borax** (= tincal) es  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  que contiene  $\text{Na}_2\text{O}$  16,2%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  36,6% y  $\text{H}_2\text{O}$  47,2%, es incoloro y transparente en cristales puros, pero es blanco o grisáceo cuando tiene impurezas o se presenta en agregados cristalinos granulares, su dureza es 2 a 2,5, su brillo vítreo y es fácilmente soluble en agua.

La **ulexita** (=boronatrocacita) es  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2 \text{CaO} \cdot 5 \text{B}_2\text{O}_3 \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$ , que contiene  $\text{Na}_2\text{O}$  7,7%,  $\text{CaO}$  13,8%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  43,0% y  $\text{H}_2\text{O}$  35,5%, es incolora o blanca y generalmente se presenta en agregados de cristales aciculares con formas de bolas de algodón o papas que tienen, cuando partidas, un característico brillo sedoso. La dureza del mineral es 2,5 pero las papas tienen dureza 1 y su densidad aparente también es muy baja, cuando está seca. Se lo identifica fácilmente por su brillo sedoso y la blandura de las papas.

La **hidroboraquita** es  $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , que contiene  $\text{CaO}$  13,57%,  $\text{MgO}$  9,75%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  50,53% y  $\text{H}_2\text{O}$  26,15%, es incolora y transparente y tiene brillo vítreo en cristales aislados pero cuando aparece en masas densas, compactas y fibrosas, tiene color blanco grisáceo y brillo sedoso. Es prácticamente insoluble en  $\text{H}_2\text{O}$  fría pero soluble en ácidos.

La **colemanita** es  $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , que contiene  $\text{CaO}$  27,2%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  50,9% y  $\text{H}_2\text{O}$  21,9%, es incolora y transparente o blanca y traslúcida y su dureza es 4 a 4,5; se presenta en cristales prismáticos cortos o en masas compactas, el brillo es vítreo. Se caracteriza por su dureza, porque cuando se lo calienta directamente en la llama de un mechero da color verde y porque es insoluble en agua pero soluble en  $\text{HCl}$  caliente.

Otro borato de calcio que se presenta en depósitos importantes en Salta es **inyoita**,  $2CaO \cdot 3B_2O_3 \cdot 13H_2O$ , que contiene CaO 20,20%,  $B_2O_3$  37,62% y  $H_2O$  42,18%. Actualmente no se lo considera mena, lo cual podría variar en el futuro.

En otros países se explotan también otros minerales. La extracción de las sales disueltas en el agua de depósitos salinos podría constituirse en el futuro en otra fuente de compuestos de boro; en USA el 20% de su producción proviene de salmueras.

### 7.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

Los depósitos de los minerales de boro de nuestro país son importantes a nivel mundial; los productores más destacados en el mundo son en orden de tonelajes USA, Turquía, URSS y Argentina.

En nuestro territorio, los yacimientos explotados se formaron como precipitaciones químicas de sales disueltas en cuerpos lacustres que ocupaban cuencas cerradas en regiones de clima muy árido y donde existió vulcanismo activo en el Terciario superior y en el Holoceno, es decir se trata de depósitos de playa tanto antiguos como recientes.

Como estos yacimientos son relativamente abundantes, de gran tamaño y con buenas leyes y son de fácil extracción, no tiene sentido explotar otros tipos de acumulaciones de boro, excepto las salmueras, ya mencionadas, y otros cuerpos pequeños que se formaron en bocas de geiseres y manantiales.

Esta circunstancia hace que la distribución geográfica de los depósitos de boratos, en la Argentina, se restrinja al área de la Puna, que por supuesto se extiende a Bolivia, Chile y Perú. En el gráfico 14 puede verse que sólo figuran como productoras las provincias de Salta y Jujuy, aunque en Catamarca también existen



depósitos de boratos; en la figura 4 se sintetizan las principales áreas con estos minerales.

**Provincia de Jujuy.** En esta provincia sólo se conocen depósitos económicos de ulexita y borax, que corresponden principalmente a acumulaciones del Holoceno que se encuentran prácticamente en la superficie de los salares, con muy pequeño encape y ubicados en la región que está al O de la Cordillera Oriental. Esos salares son: Cauchari, Olaroz, Jama, Salinas Grandes, Vilama y Guayatayoc.

Pero en esa misma región también existe un depósito de playa antiguo, Terciario, también de bórax y ulexita, que fue sepultado por sedimentos continentales y luego plegado y fracturado; este yacimiento se conoce como Loma Blanca.

Además hay otros acumulados en bocas de geiseres y manantiales, especialmente de ulexita pero también de borax y ulexita que en comparación con los otros son pequeños y de menor significación económica. Estos son: Coyahuaima, Cañuelas, Volcancito, San Marcos, Daniel, Arituzar, Ojo de Agua, El Toro, Lari, Los Bayos, Tropapete y Adriana.

A continuación se indican los pertenecientes a los dos primeros tipos.

**Salar Cauchari.** El extremo sur de este salar se ubica unos 65 km al ONO de San Antonio de los Cobres e inmediatamente al N de la ruta nacional 51. El mineral predominante es ulexita en papas y planchas pero también se encuentra borax en cristales bien formados, la potencia de las capas boratíferas oscila entre 0,10 y 1,50 m, la cubierta que es variable puede llegar a 1,50 m. Entre las minas mas conocidas pueden citarse: La Inundada, Jujuy, Susques, Medanitos, Clarisa, Carlota, La Abeja, Las Avispas, El Porvenir y muchas otras.

**Salar Olaroz.** Se ubica inmediatamente al N del Salar Cauchari y

unos 10 km al O de Susques; el mineral es ulexita y los depósitos se encuentran en la zona centro oriental del salar, el espesor de la capa mineralizada es de 20 a 30 cm en los bordes y llega a 1,20m en las partes con mayor desarrollo. Entre las minas más citadas figuran el Grupo San Nicolás, Santa Inés, María Norte y otras.

**Salar Jama.** Se localiza unos 20 km al O del pueblo de Olaroz Grande, muy cerca del límite con Chile; el mineral es ulexita y el espesor de la capa boratífera está comprendida entre 8 y 15 centímetros.

**Turi Lari.** Se encuentra 29 km al N de Olaroz Grande, aquí se presentan ulexita en papas y planchas y pequeños cristales (1 a 2 cm) de borax, en un manto de arcilla y limo de 1,15 m donde se encuentran varios niveles de ulexita.

**Salinas Grandes.** Esta área está al N y O de la localidad Tres Morros, en la intersección de las rutas nacional 40 y provincial 79. Existen varias zonas mineralizadas, tanto en los extremos S y N como en su parte central, el mineral es ulexita en papas y ocasionalmente planchas. La capa mineral tiene entre 0,10 y 1 m de espesor. El E y NE de las salinas corresponde a Salta.

**Laguna Guayatayoc.** Esta laguna está inmediatamente al N del extremo NE de las Salinas Grandes. Los depósitos se encuentran en la parte SE de la laguna, el mineral es ulexita que se presenta en papas y planchas, el espesor de la capa oscila entre 2 y 23 cm con encapes de hasta 1,50 m. Entre las principales minas se mencionan: Grupo Buenos Aires, Grupo Jujuy, Grupo Salta, Grupo Tucumán, Grupo Córdoba, Grupo Rosario, Boratoyoc y Ludovica.

**Laguna Vilama.** Se localiza unos 38 km en línea recta al O de Piriquitas muy cerca del límite con Bolivia; los depósitos de ulexita se encuentran en los extremos norte y sur.

**Loma Blanca.** Este yacimiento se ubica a 10 km aproximadamente del pueblo de Coranzulí, está intercalado en arcilitas tufíticas verdes

del Mioceno superior y formado por borax predominante y ulexita, el manto mineralizado tiene 5 m de espesor; los sedimentos indicados fueron sepultados y plegados.

**Provincia de Salta.** En esta provincia existen depósitos de playa holocenos de ulexita y borax en diversos salares. Entre estos pueden citarse: del Hombre Muerto, Ratones, Diablillos, Centenario, Pastos Grandes, Pozuelos, Rincón y parte oriental y norte de las Salinas Grandes. Pero también hay un depósito de borax del Mioceno superior y otro de colemanita e hidroboraquita del Mioceno superior y/o del Plioceno, ellos son Tincalayu y Sijes respectivamente.

Asimismo hay cuatro depósitos menores en bocas de geiseres y manantiales conocidos como Antuco, Sorocastro, Blanca Lila y Oire. A continuación se indica la ubicación de los yacimientos de playas del Holoceno.

**Salar del Hombre Muerto.** La parte N de este salar se encuentra en el límite entre Salta y Catamarca, unos 92 km al S de la Estación Pocitos de FCNGB, a lo largo de la ruta provincial 17 de donde sale un camino de 22 km que conduce al pueblo de Tincalayu. El mineral es ulexita y sus depósitos se localizan principalmente en la parte oriental del salar, se presenta en papas formando capas que varían entre algunos centímetros y 1 m. El extremo N del salar corresponde a Salta, el resto a Catamarca.

**Salar Diablillos.** También se sitúa en el límite entre Salta y Catamarca, unos 50 km en línea recta al E de Tincalayu; el mineral dominante es ulexita, que forma nódulos o capas macizas continuas que alcanzan hasta 1,20 m de espesor. El depósito cubre la mayor parte del salar; en el extremo SE aparece borax incluido en las papas de ulexita.

**Salar Ratones.** Se localiza al NE de Tincalayu a 15 km en línea

recta. La mineralización sólo ocupa una pequeña parte de la superficie del salar en el sector oriental y central del mismo; el mineral es ulexita, el cual forma un manto continuo macizo y homogéneo de 0,50 m de espesor.

**Salar Centenario.** Es la continuación N del salar anterior, del cual dista unos 10 km en esa dirección. Los boratos ocupan la mayor parte del área central, el mineral es ulexita en forma de nódulos, planchas y capas macizas y el espesor oscila entre 0,25 y 0,80 m; hay también pequeñas cantidades de cristales de borax en una capa de 18 cm situada por encima de la ulexita.

**Salar Pastos Grandes.** La parte N de este salar está unos 10 km al S del pueblo Santa Rosa de los Pastos Grandes; existen 2 zonas con ulexita ubicadas en los extremos N y E del salar, con espesores considerables que alcanzan a 1,20 m en el borde oriental.

**Salar Pozuelos.** Se encuentra al O del salar de Pastos Grandes a unos 5 km del mismo; la principal concentración del mineral, ulexita, se ubica en el sector NO y tiene 20 cm de espesor.

**Salar Rincón.** Está ubicado al O de la estación Olacapato del FCNGB unos 15 km en línea recta; los depósitos de ulexita y borax se encuentran en la parte oriental y centro sur del salar, por debajo de una capa de 30 cm de halita. La ulexita, nodular y maciza, tiene un espesor de 50 cm; el borax aparece en el extremo NE del yacimiento en cristales bien formados o anhedrales de diverso tamaño.

**Salinas Grandes.** Estas salinas han sido citadas al considerar la provincia de Jujuy.

Los depósitos del Terciario en Salta son, como se dijo, Tincalayu y Sijes.

**Tincalayu.** Este yacimiento se ubica en el sector N del salar del Hombre Muerto, en el extremo S de una entrante rocosa al salar,

conocida como península de Tincalayu. Se trata de un depósito de borax incluido en sedimentitas continentales del Mioceno superior-Plioceno.

El cuerpo mineralizado, que está fuertemente plegado y fracturado, tiene una potencia de 10 a 50 m, 1000 m de largo y 150 m de ancho y se apoya en un manto de halita que tiene más de 150 m de espesor; la sobrecarga es considerable, de 40 a 50 m.

El borax es prácticamente masivo y monomineral, en parte se transformó a kernita; hay varios minerales comunes y raros en cantidades pequeñas.

**Distrito de Sijes.** Este distrito se encuentra al sur de la localidad de Santa Rosa de los Pastos Grandes, ubicada unos 60 km, por caminos, al E de la estación Pocitos. El área mineralizada tiene una longitud de unos 30 km en dirección NNE-SSO, cuyo extremo N está a 9 km de la localidad citada.

Se trata de depósitos de hidroboracita, colemanita e inyoita, y cantidades menores de ulexita, incluidos concordantemente en sedimentos continentales del Mioceno superior y Plioceno, que han sido plegados y fracturados.

En la parte superior existen 14 capas de colemanita con espesores de 10 a 60 cm, en la parte media hay 12 capas de inyoita, de colemanita y de inyoita-colemanita que tienen potencias de 0,20 a 2 m, y en la parte inferior se observan 24 estratos de hidroboracita o hidroboracita y yeso cuyos espesores miden entre 0,20 y 2 m. Estos son los depósitos de boratos más importantes del país, hay más de 50 minas que cubren el área de los afloramientos.

**Provincia de Catamarca.** Los depósitos de esta provincia no son casi explotados, merece mencionarse el salar del Hombre Muerto, en el límite con Salta, donde se conocen importantes acumulaciones de

ulexita.

## 7.2. PRODUCCION.

La producción nacional de minerales de boro es importante y ha crecido significativamente desde el año 1983, en el gráfico 13 se indican los tonelajes correspondientes al periodo 1979-1988.

En ese gráfico se indica la suma de las producciones de borax, ulexita, colemanita e hidrobóracita, de acuerdo con los datos publicados por la Subsecretaría de Minería; sin embargo en las estadísticas, en el rubro exportaciones, se indican los tonelajes individuales de los 4 minerales citados al comienzo y de los productos industriales producidos en el país.

### **BORATOS** **Producción Nacional (1979-1988)**

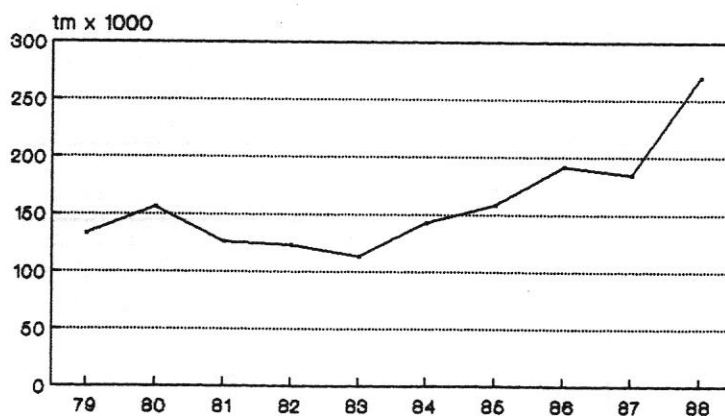


Gráfico 13

En el gráfico 14 se dan, para el año 1988, los porcentajes de producción de las provincias.

## BORATOS Producción por Provincia 1988

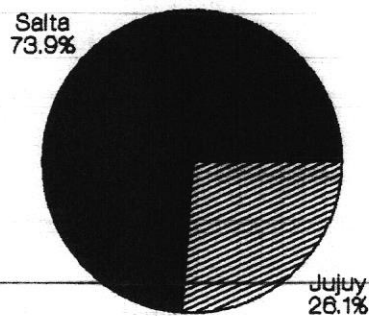


Gráfico 14

### 7.3. USOS

Los principales usos de los compuestos de boro son en: fibras de vidrio para aislación y para reforzar plásticos, vidrios y vajillas de borosilicatos, jabones y detergentes, esmaltes, glaseados, productos retardantes del fuego, agricultura, metalurgia y en muchas otras aplicaciones importantes que consumen cantidades menores.

La comercialización en nuestro país se realiza como minerales naturales o bien como productos derivados del borax, borax anhidro y pentahidrato, o como ácido bórico a partir de ulexita y borax. La tendencia es a producir compuestos elaborados por su mayor valor agregado y su menor costo de transporte en comparación con los naturales; la Argentina exporta una buena cantidad de ambos productos, las cifras pueden consultarse en las estadísticas oficiales.

El uso de compuestos de boro en fibras de vidrio y en vidrios y vajillas se basa particularmente en la resistencia al calor y a altos esfuerzos de tensión que ellos confieren a esos productos.

También son usados en esmaltes vítreos por la excelente cobertura protectora y decorativa que dan a enseres del hogar y de fábricas en general, o a azulejos u otros productos cerámicos.

El uso en jabones y detergentes se basa en su fácil solubilidad y en las propiedades bactericidas y ablandativas del borax y del ácido bórico.

Los boratos son usados en agricultura como fertilizante menor, en ciertos cultivos, y para exterminar malezas; en la metalurgia para endurecer aceros, en la producción de metales no ferrosos y también como fundente en soldaduras.



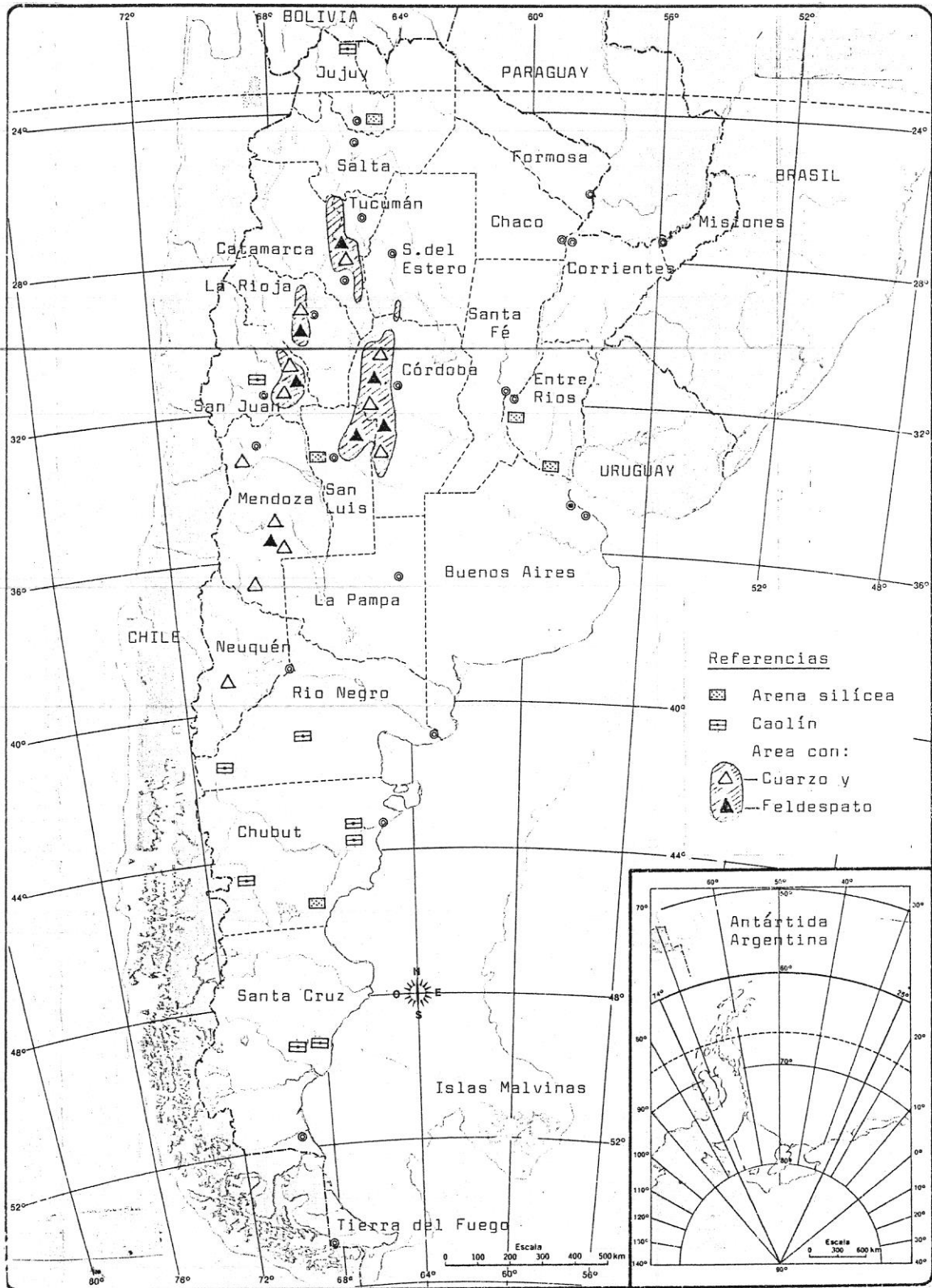


Figura 2. DISTRIBUCION DE LOS DEPOSITOS DE ARENA SILICEA, CAOLIN, CUARZO Y FELDESPATO EN LA REPUBLICA ARGENTINA

## 8. CALIZA

El término caliza se usa en forma genérica, para designar las rocas en las cuales los constituyentes carbonáticos exceden a los no carbonáticos; sin embargo normalmente se la usa cuando la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) es el mineral que predomina entre los carbonatos y dolomita o dolomía cuando el dominante es el mineral dolomita ( $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ).

La composición química de las calizas se caracteriza por alto tenor en  $\text{CaO}$  y  $\text{CO}_2$ , sin embargo tienen un variable contenido en  $\text{MgO}$ , también pueden tener significativos porcentajes de otros óxidos debido a la inclusión de cuarzo, arcillas y otros minerales.

Según la génesis las calizas pueden ser: a) organógenas, es decir compuestas solamente por restos orgánicos depositados en lechos marinos o estar incluidos en arenas o arcillas en variada proporción; los depósitos de la costa de Buenos Aires, Entre Ríos y Chubut son de este tipo,

b) detríticas o clásticas, es decir formadas por clastos carbonáticos de tamaño arena y con cemento generalmente calcáreo, son conocidas como calcarenitas; los componentes son restos fósiles que han sido transportados y seleccionados, este tipo de depósito no es explotado en el país; y

c) afaníticas o químicas, o sea rocas de grano muy fino de precipitación química, como barros carbonáticos en mares o lagos, que fueron luego consolidadas por compactación. En nuestro país existen extensos depósitos en San Juan, Mendoza, Neuquén, etc.

A esas tres categorías puede agregarse una cuarta generada por el metamorfismo regional de rocas sedimentarias antiguas, son las

llamadas calizas metamórficas; en general son más impuras que las anteriores. Los depósitos de las Sierras Pampeanas de Córdoba, San Luis, San Juan, etc son de este tipo.

También existen depósitos de otros orígenes tales como travertino, carbonatitas y toscas que tienen otros agrupamientos estadísticos.

El mineral carbonático predominante en las calizas es calcita ( $\text{CaCO}_3$ ), hexagonal y en menor proporción el dimorfo ortorrómbico, aragonita, en pequeñas cantidades también existen carbonatos de Mg y Ca y de Fe.

La composición de la calcita y de la aragonita es  $\text{CaO}$  56,0% y  $\text{CO}_2$  44,0%; la primera se distingue por su dureza 3, su clivaje perfecto y porque efervesce con ácido clorhídrico frío; generalmente es incolora o blanca pero puede tener, según las impurezas, variados colores, es transparente o translúcida y su brillo es vítreo a terroso.

La aragonita se distingue por su dureza algo mayor 3,5 a 4 y su mayor densidad.

### **8.1. UBICACION DE LOS PRINCIPALES DEPOSITOS**

Los yacimientos de calizas del país son, además de numerosos, de considerable a enorme extensión. Pero la explotación de unos o la inactividad de otros depende, además de la calidad de los mismos, de factores económicos tales como ubicación con relación a centros de consumo, método de explotación, tipo de uso, etc.

En la figura 3 se indican las principales áreas con depósitos de calizas en el país. A continuación se mencionarán en forma sumaria las zonas más importantes de las provincias productoras.

**Provincia de Buenos Aires.** Existen dos áreas importantes de calizas

en esta provincia, ambas en las Sierras Septentrionales, en las cercanías de la ciudad de **Olavarría**, en el partido homónimo, y en **Barker** unos 40 km al SSO de Tandil en el partido de Juárez.

La caliza es un horizonte homogéneo denominado miembro calizas, que es el superior de la Formación La Tinta (Paleozoico inferior) que se superpone al miembro arcilitas; otros autores lo denominan Formación Loma Negra y la asignan al Precámbrico.

Está integrada por bancos cuyo espesor varía entre unos pocos centímetros a un metro, a veces con intercalaciones arcillosas; el grosor es de 25 a 40 m y aún más; la textura es de grano fino y los colores gris oscuro a pardo rojizo oscuro.

Los afloramientos principales en la zona de Olavarría se ubican en el cerro Aguirre, Las Tres Lomas y Loma Negra; en la zona de Barker hay varios afloramientos aislados. El contenido en MgO es bajo, menos del 1%, en cambio el de SiO<sub>2</sub> varía entre 7 y 12%. En total hay unas 40 canteras en esa región.

También se citan afloramientos de caliza en las sierras Australes al S de Coronel Pringles y cerca de Tornquist y Pigüé.

**Provincia de Catamarca.** Los principales depósitos de caliza se ubican en el extremo oriental de la **sierra de El Alto** o Ancasti, desde unos 20 km al S de Esquiú hasta unos 15 km al N de Frías, es decir en un tramo de 140 km; se trata de rocas del basamento metamórfico de las Sierras Pampeanas.

Las calizas son cristalinas y están incluidas en filitas, esquistos y gneises y forman cuerpos lenticulares con longitudes comprendidas entre 50 y 450 m, por excepción llegan a 4000 m y anchos que van de 30 a 100 m; la textura varía de grano grueso a sacaroide y los colores son blanco, gris claro y oscuro.

El contenido de CaO varía bastante de sector en sector, igual que el de MgO; hay depósitos donde este óxido es muy bajo (La Espe-

ranza, El Divisadero, La Loma, Ben Hur, La Calera, La Norma). En cambio hay otros donde las rocas carbonáticas son calizas dolomíticas y aún francamente dolomitas (Esquiú).

Los yacimientos más destacados son: El Cerrito o El Morro, La Esperanza o El Porvenir, Ojo de Agua, Grupo El Divisadero, La Loma, Albigasta, Ben Hur, La Calera y Norma.

**Provincia del Chubut.** Toda la faja oriental del Chubut en las cercanías de **Comodoro Rivadavia** está ocupada por afloramientos casi continuos del Patagoniano (Oligoceno) en cuya parte media se encuentra el banco calcáreo El Mangrullo; su posición es prácticamente horizontal y en algunos sectores se presenta sin cubierta (Cañadón Chara y Kilómetro 23) en áreas considerables de decenas de hectáreas y con espesores de 1 a 3 metros.

Se trata de un banco de caliza coquinoide con valvas de ostrea sp, con restos de conchillas trituradas y parcialmente cementadas por  $\text{CaCO}_3$  y en parte sílice, con variable contenido en carbonato pero con bajos tenores en magnesio y cantidades relativamente considerables de insolubles. Estos depósitos han sido parcialmente explorados y explotados; existen varios sectores de interés, entre ellos merecen citarse Sindicato, Arroyo La Mata y Laguna Fernández.

Existen otros yacimientos de caliza del mismo tipo en la provincia; se citan el de **Sierra Chaira**, que se localiza 118 km al NO de Comodoro Rivadavia y unos 60 km del paraje Rio Chico. El depósito es del Salamanqueano (Paleoceno) y es similar al anterior, tiene un espesor de 1,5 m y buenos contenidos en carbonato, pero la cubierta es importante, de 4 a 5 m y es similar a los dos anteriores.

Otra área de interés es la Esther, 76 km al SO de Camarones y 25 km de **bahía Bustamante**, donde se encuentra un depósito coquinoide

del Salamanqueano (Paleoceno), con *Ostrea* sp y *Venericardia* sp, cementado por carbonato, que tiene espesores considerables entre 2,4 y 12,9 m, con contenidos en  $\text{CaCO}_3$  de más del 90% y bajo tenor en MgO; la sobrecarga es importante, tiene un promedio de 5 m.

Unos 20 km al NNO de la localidad anterior existen otros horizontes coquinoideos similares a La Esther conocidos como La Ibérica, El Tablón y las Tetas de Pinedo, en la estancia La Leonarda en el dep. Escalante.

Más al norte, 110 km al OSO de Trelew y 15 km al NO del pueblo Las Chapas, se localiza un horizonte carbonático con restos de pelecípodos y gastrópodos que se presentan en varios cuerpos con alto contenido en carbonatos, entre 85 y 98%; 15 km al SO de Trelew se encuentra el depósito Alicia que es también organógeno.

**Provincia de Córdoba.** La cantidad de yacimientos de caliza de esta provincia es muy grande; se registran unos 400 depósitos de caliza además de 75 de mármol. La distribución departamental es la siguiente: Calamuchita 92, Santa María 81, Colón 75, Punilla 46, Cruz del Eje 38, Minas 27, Pocho 20, San Alberto 13 y Río Cuarto 5; y la distribución geográfica es: en el Cordón Oriental (Sierra Chica, Los Cóndores y Las Peñas) hay 23 distritos, en el Cordón Central (Cumbre de Gaspar, Sierra Grande y Sierra de los Comechingones) existen 19 distritos, y en el Cordón Occidental (sierras de Guasapampa-Serrezuela-Pocho-Altautina) 8 distritos.

Todos los depósitos de caliza corresponden al basamento metamórfico de las Sierras Pampeanas y son de tipo cristalino, de grano grueso a fino. Ellos se alojan concordantemente en esquistos, gneises y anfibolitas; su desarrollo alcanza a decenas de kilómetros de largo, generalmente de unos pocos a 30 m de espesor pero que llegan a 100 y hasta 300 metros.

El color predominante es el blanco con varias tonalidades, gris, rosado, etc. y la composición química varía marcadamente. Por los efectos de metamorfismos regional y de contacto por la intrusión de pegamitas y aplitas se generaron diversos tipos de minerales que se asocian a la calcita: espinelo, flogopita, diópsido, hornblenda, wollastonita, grossularia, pirita, calcopirita, magnetita, etc.

En el Cordón Oriental el contenido de MgO es fuerte en el sector sur, donde se encuentran las dolomitas, el sector medio es cálcico y el norte es algo más magnesiano (5 a 10% MgO); en el Cordón Central, la porción norte es cálcica a muy cálcica pero hacia el sur hay enriquecimiento en magnesio; y en el Cordón Occidental la parte norte es cálcica o medianamente magnesiana y el magnesio también aumenta hacia el sur.

Dado la gran cantidad de depósitos no es posible dar los nombres, ubicaciones y características de cada sector, pero podrían citarse a manera de ejemplo los siguientes: Quilpo, Iguazú, Campos de la Fundación San Roque, Los Arroyos, Candonga, El Carapé, El Sauce, La Calera, La Rosada, Yocsina, Malagueño y Valle de Buena Esperanza.

**Provincia de Jujuy.** Existen 3 áreas donde afloran depósitos de caliza, ellas son Puesto Viejo, León-Volcán y Bella Vista.

**Area Puesto Viejo.** Se ubica unos 55 km al SE de Jujuy, en el sector S de la sierra Puesto Viejo, donde hay varios depósitos de calizas oolíticas de la Formación Yacoraité (Cretácico superior) emplazados en las Sierras Subandinas, existe una cantera conocida como El Mojón-Cerro Plano.

Se trata de bancos de 0,7 a 1,5 m que forman un paquete de hasta 10 m de potencia, con textura de grano grueso a fino, con sectores oolíticos y estructuras algales; el  $\text{CaCO}_3$  es del orden de



80% y el  $MgCO_3$  de 10% aproximadamente.

**Area León-Volcán** . Se ubica 2500 m al SE de la localidad Volcán, en la ladera occidental del extremo sur de la sierra de Tilcara. Las calizas corresponden a la Formación Volcán (Precámbrico), tienen color gris azulado y un espesor estimado del orden de 300 m; el contenido en  $CaCO_3$  es del 95% aproximadamente con bajo porcentaje en magnesio. Esta caliza se destina a Altos Hornos Zapla y a la producción de cal.

**Area Bella Vista.** Se encuentra frente a Maimará, sobre la margen izquierda del río Grande, en el departamento Tilcara. La caliza pertenece a la Formación Yacoraite y forma bancos que tienen entre 0,8 y 1,4 m de espesor.

**Provincia de Mendoza.** En esta provincia afloran extensos e importantes yacimientos de caliza cuya explotación se destina esencialmente a las industrias de cementos, cales y siderurgia.

Existen dos grandes áreas donde se agrupan los depósitos calcáreos, una ubicada en el **extremo austral de la Precordillera**, que corresponde a la Formación San Juan (Ordovícico) y se extiende desde el río Mendoza hacia el N; la otra se ubica en la **región Bardas Blancas-Malargüe**, las calizas pertenecen a la Formación Del Calabozo.

En la Precordillera se encuentran varios sectores de particular interés, ellos son: Cerro La Cal, Salagasta, Cerro Blanco y Cerro Pelado.

**Cerro La Cal.** Se ubica unos 18 km al N de la ciudad de Mendoza, en el dep. Las Heras, próximo a la estación Capdeville del FCGSM. La caliza es gris a parda amarillenta de grano fino con bancos que varían entre 20 y 50 cm; los afloramientos sobresalen 250 m sobre la llanura circundante. El contenido en carbonato de calcio es muy



alto, en cambio los insolubles y el óxido de magnesio son bajos.

**Cerro Blanco.** Se localiza 16 km al N de Mendoza, donde los afloramientos de caliza se elevan de 100 a 150 m sobre los llanos del lugar; sus características son similares a la anterior.

**Salagasta .** Se encuentra 35 km al N de Mendoza; los asomos tienen una longitud de 2,5 a 3 km de largo por un ancho de 200 m; existen 2 bancos de color gris y grano fino de composición irregular.

**Cerro Pelado .** Este depósito está en el flanco occidental de la Cuchilla del Cerro Pelado, unos 15 km al NNE de la estación Guido (FCNGSM). Se trata de bancos de caliza y dolomita cuyos afloramientos tienen varios kilómetros de longitud y espesores de algunos centenares de metros; en algunos sectores la calcita recristalizó dando origen a depósitos de mármol.

**Bardas Blancas.** Este yacimiento está 64 km al SO de Malargüe en las inmediaciones de Bardas Blancas. Las calizas, que son parte de la Formación del Calabozo (Mesozoico), afloran en una longitud de 5 km y el espesor medio es de 35 m; el color es gris claro y la textura microcristalina.

Los afloramientos de caliza se extienden por más de 10 km al N de las bardas.

**Malargüe, .** Se encuentra 7 km al O de la localidad homónima; el horizonte calcáreo aflora por 10 km en sentido N-S y tiene un espesor de 30 m.

Se trata de calizas fosilíferas, del Neocomiano, de color blanco a gris, de grano fino y compacta, que forma bancos gruesos; el contenido en carbonato de calcio supera el 96% y el tenor en MgO es menor que el 1%.

**Provincia del Neuquén.** Los depósitos principales de caliza son **El Salitral**, Los Catutos y Vaca Muerta.

El primero se encuentra 12 km al NO de Zapala y se explota para

cemento. Se trata de una caliza subbituminosa que pertenece a la Formación Margas Bituminosas (Titoniano) de color gris oscuro, que se presenta en bancos de 0,5 a 1m, con intercalaciones arcillo-margosas de 10-20 cm; los contenidos en  $\text{CaCO}_3$  oscilan entre 60 y 75% y el MgO es del orden de 2,5%.

El depósito **Los Catutos** está 4 km al N del anterior siendo igual a éste y se destina a la elaboración de cal hidráulica.

El yacimiento **Vaca Muerta** se ubica 28 km al NE de Zapala, tiene un espesor de 30 m y aflora unos 6,5 km en dirección N-S con un ancho de 2 km; se trata de calizas grises claras, compactas y con restos coralinos, cuyo contenido en  $\text{CaCO}_3$  oscila entre 94 y 98%, con cantidades menores de MgO.

**Provincia de San Juan.** Los yacimientos de caliza de esta provincia se agrupan en los ambientes geológicos de Precordillera y Sierras Pampeanas.

En el primero los depósitos están en el Cordón Pedernal-Pedernal de Los Berros, en la sierra Chica de Zonda y Jachal; ellos cubren casi toda la producción de caliza de la provincia. En el segundo ambiente debe mencionarse la sierra de La Huerta.

En el faldeo oriental de la Precordillera existe una larga faja carbonática de 300 km de largo, correspondiente a la Formación San Juan (Ordovícico), que en esta provincia se extiende desde el límite con Mendoza hasta el límite con La Rioja.

**Cordón Pedernal-Pedernal de Los Berros.** Este sector, que se ubica en el extremo centro sur de la provincia, tiene 30 km de longitud en dirección NE-SO, se extiende desde la localidad de Los Berros hasta el río Acequión, con un ancho de 8 km y alturas de 200 a 300 m.

La caliza se presenta formando bancos que tienen hasta 2 m de potencia, el espesor total es de algunas decenas de metros; el color

es gris claro a casi negro y la textura es gruesa a fina. El contenido de carbonato de calcio, en general, es superior al 93% con contenidos de MgO entre 1,4 y 2,8% pero si bien en algunos sectores la caliza es muy pura, en otros la composición se hace francamente dolomítica (Agua de Los Pajaritos).

Existen numerosas canteras que explotan la roca principalmente para cemento, cales, siderurgia y carburo de calcio. Entre las principales canteras pueden mencionarse: Retamito, Coemar S.A., Santa Luisa, J. Naumchik, Carbocal, San Jorge-El Rincón, Carmona, Bonafó, Punta del Cerro, Tascheret, La Aurora, Ozán, Los Berros, Oro Blanco y El Triunfo.

**Sierra Chica del Zonda.** Los yacimientos se ubican en el faldeo oriental de la sierra, al N de la quebrada La Laja, 24 km al SO de la ciudad de San Juan; las características son similares a las indicadas para el caso anterior.

**Jachal.** Esta zona se ubica en la vertiente oriental de la Precordillera, sierra de Agua Negra o de San Roque, 2 km al O de la ciudad de Jachal. Las calizas, que corresponden a la Formación San Juan, son de color gris claro a oscuro y de grano fino con alto contenido en  $\text{CaCO}_3$ , mayor que 97%, y bajo en MgO, alrededor de 1%.

Finalmente, en el faldeo oriental de la sierra de la Huerta se encuentra el depósito Cerro Blanco, que dista 22 km de la estación Marayes del FCNGB. Se trata de un potente banco de caliza (40m) color blanco, de grano grueso a fino, incluido en esquistos; el contenido en MgO varía entre 1 y 3%.

**Provincia de San Luis.** En esta provincia hay dos regiones con depósitos de calizas, sierras del Gigante y de La Estanzuela ubicadas en los departamentos General Belgrano y Chacabuco respectivamente.

**Sierra del Gigante.** Se ubica 75 km al NO de San Luis; los principales afloramientos de caliza son La Calera y Las Toscas en la ladera

oriental y El Pajarito y Los Jesuitas en la occidental, que se intercalan concordantemente en los esquistos precámbricos. Estos depósitos proveen calizas a las industrias del cemento portland y cales de la provincia.

**La Calera.** Se encuentra en las inmediaciones y al O de la localidad homónima; en ella existen varios cuerpos de calizas cristalinas, de color gris oscuro y textura mediana a fina, cuyas longitudes son de centenares a 1400 m y las potencias de 2 a 6 m y aún más.

**Las Toscas.** Este sector, que está 6 km al N de La Calera, tiene cuatro cuerpos de caliza de color gris azulado y de grano mediano a fino que tienen diverso grado de pureza.

**El Pajarito** se halla situado 2 km al OSO del cerro San Ignacio y **Los Jesuitas** se localiza entre las localidades El Gigante y Los Morteritos.

**Sierra de La Estanzuela.** En esta sierra existen varios cuerpos de caliza y dolomita ubicados en el sector austral de la misma, unos 20 km al E de Naschel.

Los bancos carbonáticos se intercalan en esquistos y gneises del basamento cristalino de las Sierras Pampeanas, pero los depósitos son esencialmente dolomitas o dolomitas cálcicas; sólo se citan horizontes de caliza en La Suiza donde algunos bancos tienen elevadas proporciones de tremolita fibrosa, un alto porcentaje de  $\text{SiO}_2$  y entre 4 y 10,5% de  $\text{MgCO}_3$ .

**Otras provincias.** Además de las citadas, existen producciones de caliza en las provincias de La Rioja, Rio Negro, Salta, Santa Cruz, Santiago del Estero y Tucumán.

En **La Rioja** existen varias áreas de interés por sus depósitos de calizas, entre las principales pueden citarse: Nueva Esperanza, al N de Jagüé, intercaladas en esquistos; El Salto, unos 10 km al O de

Famatina, incluidos en pizarras; Guandacol, 20 km al O en línea recta de esta localidad, y El Totoral, 40 km al NO de Chilecito, alojados en esquistos.

En **Río Negro**, las calizas de diverso origen afloran en varios sectores; ellos son: Arroyo Salado, 20 km al NNO de Sierra Grande, San Antonio Oeste, en las proximidades de esta localidad, Pailemán 1,5 km al NNO de este pueblo, Yaminué 50 km al SE de Ramos Mejía, Estancia Santa Auriciana, en la Colonia Chilavert 125 km al SSO de San Antonio Oeste, Aguada Cecilio 5 km al S de la estación ferroviaria de igual nombre, Valcheta en las inmediaciones de la misma y áreas vecinas, y 14 km al E de Cinco Saltos.

En **Salta** se han descripto calizas en las siguientes zonas: La Merced, distante 23 km de la Capital, en el dep. Cerrillos, intercaladas en areniscas del Cretácico superior; Las Palomitas, en el dep. Güemes, a 60 km de Salta en el ambiente de las Sierras Subandinas, encajadas en arcilitas y margas del Cretácico superior; y Campo Santo, en el mismo departamento que la anterior, 16 km al NNO de la localidad homónima, intercalada en areniscas y arcilitas (Cretácico superior).

En **Santa Cruz**, se conocen dos áreas con calizas, en Pico Truncado, en la margen N del río Deseado, 26 km al O de la localidad homónima y El Cerrito, sobre la ruta nacional 40, aproximadamente 70 km al NO del pueblo La Esperanza y a 210 km en igual dirección de Río Gallegos.

En **Santiago del Estero**, la caliza se encuentra en la sierra de Ancaján, en las inmediaciones de la villa homónima, que se explotaron intensamente en el pasado para proveer a la fábrica de cemento portland de Frias.

En la provincia de **Tucumán** se conocen calizas en El Mollar, 7 km al ONO de la localidad Taruca Pampa, al pie del faldeo oriental

de la sierra de La Ramada, y en Morro Peñas Azules, en el faldeo oriental de las Cumbres Calchaquies, 50 km en línea recta al NO de la capital, donde las calizas se intercalan en gneises, esquistos y micacitas del basamento cristalino.

Otros materiales. En las estadísticas de minería, existen otros productos formados por  $\text{CaCO}_3$  cuya producción se indica bajo los rubros conchillas y tosca.

En 1988 se produjeron 166.000 toneladas de conchillas, en las provincias de Buenos Aires (76.000 t) y Entre Ríos (90.000 t). En la primera estos depósitos se presentan en una faja subparalela a la costa actual entre Magdalena y Canal 1 y en la zona de General Lavalle; en el sector Pipinas alcanzan a 4 m de espesor; además se extienden a otras regiones costeras. En el área de Magdalena aparecen conglomerados calcáreos.

En Entre Ríos, el área más conocida es la de Paraná pero se extiende hacia el S hasta Victoria.

También para ese mismo año la cantidad de tosca producida a nivel nacional fue de 8.965.800 toneladas, que se extrajeron en las provincias de Buenos Aires (8.225.000 t), Entre Ríos (505.300 t) y La Pampa (235.500 t). Las toscas, se originaron por procesos pedogénicos en climas subáridos, por lo tanto son un material ampliamente extendido. En la provincia de Buenos Aires las áreas más intensamente explotadas son la de Coronel Dorrego y Oriente; en La Pampa se extrae cerca de Santa Rosa y el departamento de Utracán en el lugar conocido como El Carancho; y en Entre Ríos en la zona de Diamante, El Salto, etc.

Las conchillas y toscas tienen un uso importante para la fabricación de cementos, cales, subrasantes de caminos, etc.

Ninguno de estos materiales han sido incluidos en los valores

datos para la caliza en los gráficos 15 y 16; en cambio, en la figura 3 se agregan las áreas más destacadas con conchillas y tos-cas debido a la importancia económica y los tonelajes producidos.

## 8.2. PRODUCCION

El gráfico 15 representa la producción nacional de calizas entre los años 1979 y 1988; en esos valores sólo se incluyen los volúmenes indicados como caliza en las estadísticas mineras de la nación; obsérvese la gran significación de los tonelajes producidos.

### CALIZA Producción Nacional (1979-1988)

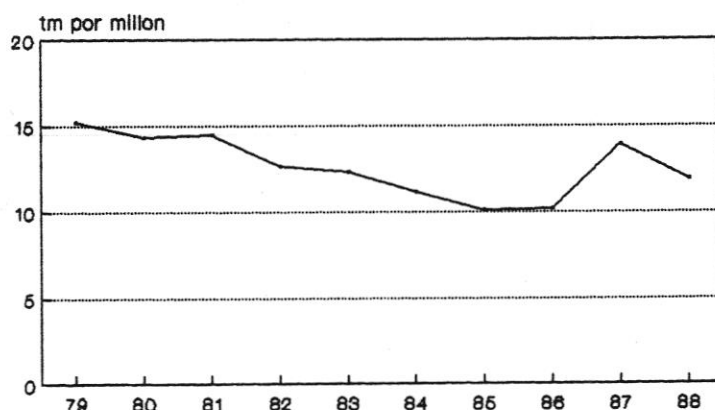


Gráfico 15

En el gráfico 16 se indican la producciones de las provincias, expresadas porcentualmente, correspondientes al año 1988. La denominación otros corresponde a las provincias de Río Negro, Santiago del Estero y Tucumán.

## CALIZA Producción por Provincia 1988

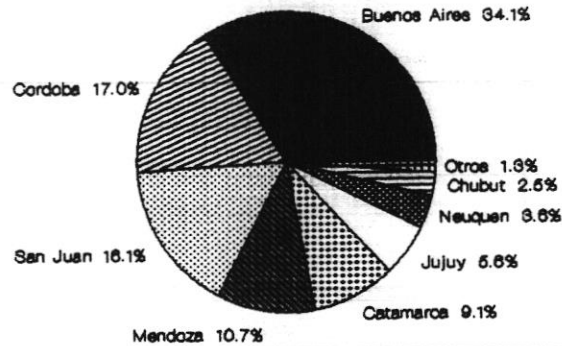


Gráfico 16

### 8.3. USOS

Las calizas y las otras rocas calcáreas tienen una amplia gama de aplicaciones; ellas son utilizadas en la producción de cales y cementos, siderurgia, papel, cerámica, cristalería, carburo de calcio, soda solvay, agricultura, curtiembre y también como base de caminos, balasto, agregados para concretos, etc.

Las calizas u otros calcáreos son los principales componentes en la industria de los cementos; los otros son arcillas, yeso, menas de hierro, arenas, materiales piroclásticos y también escorias. La dosificación de estos materiales depende del tipo de cemento a producir; lo importante es el balance de  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  más que el origen de los mismos. Así una caliza arcillosa o arenosa o una marga son útiles para esta industria.

Las fuentes de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  son la misma caliza, arcillas, lutitas, cenizas de carbón, escorias, etc; de  $\text{SiO}_2$  estos mismos compuestos o arena; de hierro pueden ser las menas de este elemento, calizas, arcillas, lutitas, escorias, etc. La utilización de cualquiera de



los componentes indicados depende de la economía de la industria. Sin embargo, el MgO en las calizas puede ser el factor más importante para este uso ya que el contenido máximo admisible es del orden del 5%; si el porcentaje de SiO<sub>2</sub> o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fueran demasiados altos sería necesario corregir con calizas puras. Por supuesto, la textura, friabilidad, etc, son otros factores a considerar.

Las cales para la construcción pueden ser aéreas, hidráulicas, o magnesianas, en sus diversas variedades y las cales para la industria también pueden ser, según su composición, altamente cálcicas o cálcico-magnesianas. La calidad de la caliza a usar dependerá del tipo de cal a producir.

En siderurgia la caliza se utiliza como fundente y escorificante tanto en el alto horno para producir arrabio como en los procesos de aceración; la acción se debe a los contenidos de CaO y MgO. La base útil para alto horno y finos para sinterizar se calcula con la siguiente fórmula:

$$\frac{(CaO + MgO) - (SiO_2 + Al_2O_3)}{CaO + MgO + SiO_2 + Al_2O_3}$$

y para acería se determina con una relación similar.

La inclusión puede efectuarse en forma directa (mineral crudo) o vía sinter y pellets. El material no debe ser friable; se determinan índices de abrasión e impacto tanto del mineral crudo como del calcinado. La granulometría debe ser uniforme, para el alto horno se requiere 90% en la fracción 19 a 38 mm con tolerancias de más fina y más gruesa del 5% para cada caso.

En cuanto a la composición química el contenido de SiO<sub>2</sub> no es crítico para producir arrabio pero si para acería, en cambio las exigencias para fósforo y azufre son extremas.

El contenido de CaO debe ser mínimo 52%, de SiO<sub>2</sub> máximo 3,5%, de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> máximo 2% con SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> máximo 5%, de azufre máximo

0,06%, de fósforo máximo 0,03% y H<sub>2</sub>O máximo 2%. El consumo específico de caliza por tonelada de arrabio es de 60 kg aproximadamente.

Para acería se utiliza CaO de alta reactividad, la caliza usada para obtener la cal debe tener como mínimo 54% de CaO; Mg máximo 1%, SiO<sub>2</sub> máximo 1%, R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> máximo 1,5%, azufre máximo 0,03%, fósforo máximo 0,01% y H<sub>2</sub>O máximo 1%.

Se consumen 150 kg aproximadamente de caliza por tonelada de acero producido en hornos L.D. y 80 kg en hornos eléctricos.

Para la industria de los vidrios planos, envases, vajillas, tubos, etc, conocidos como soda cal, se utilizan calizas con alto contenido en CaO y bajo tenor en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, que prácticamente no deben contener Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> u otros óxidos colorantes, ni minerales con alto punto de fusión.

En la producción de papel por procesos neutro-alcalinos, el CaCO<sub>3</sub> también tiene aplicación como carga y recubrimiento confiriendo buena blancura y opacidad y al mismo tiempo mejorando la imprimibilidad; las calizas para este uso deben ser muy puras y exentas de SiO<sub>2</sub> u otros elementos abrasivos.

En agricultura se la usa como nutriente y para corregir la acidez; también en la producción de azúcar de caña o remolacha.

En la obtención de NaOH por el proceso amoniacal, se usa una tonelada de caliza por cada tonelada de hidróxido producido. En la elaboración de carburo de calcio la carga del horno eléctrico tiene 6 partes de CaO por 4 partes de coke, para lo cual se usan calizas muy puras con menos de 0,01% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, menos de 0,5% de MgO, SiO<sub>2</sub> menor que 1,2%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> no debe exceder 0,5% y el azufre no debe ser mayor a trazas.

Asimismo se la usa en ablandamiento de aguas, junto con NaOH y para purificación de las mismas y en otras numerosas aplicaciones.

## 9. CAOLIN

El término caolín fue aplicado antiguamente a la roca compuesta esencialmente por un mineral arcilloso que tiene bajo contenido en hierro y que habitualmente es blanca o tiene variedades de ese color; también es conocida como arcilla de China o arcilla de porcelana.

Con el desarrollo de las investigaciones mineralógicas se comprendió luego que ese mineral arcilloso era una especie particular con propiedades bien definidas y se lo llamo caolinita.

Entonces la palabra caolín se aplicó a las rocas compuestas esencialmente por caolinita; pero la cuestión no paró ahí, nuevos estudios permitieron conocer que en realidad había 3 minerales bastante parecidos entre sí, caolinita, nacrita y dickita y posiblemente un cuarto, y se lo denominó grupo de la caolinita. Todos estos minerales pertenecen a las arcillas.

La caolinita es silicato de aluminio hidratado cuya fórmula es  $Al_4(Si_4O_{10})(OH)_8$ , la cual contiene  $Al_2O_3$  39,5%,  $SiO_2$  46,5% y  $H_2O$  14,0%. En la estructura cada átomo de silicio está rodeado por cuatro átomos de oxígeno formando un tetraedro, estos se unen entre sí originando una capa llamada capa tetraédrica o "t". Los átomos de aluminio están rodeados por  $OH^-$  que se disponen en los vértices de un octaedro, éstos también se unen entre sí, formando una capa octaédrica u "o".

Las capas t y o a su vez se ligan entre sí formando hojas o capas t-o por lo cual se lo llama filosilicato; la dupla t-o se repite indefinidamente perpendicularmente al eje c.

Los cristales de caolinita son muy pequeños, sólo observables con microscopio, tienen forma de plaquitas con contorno hexagonal y generalmente forman masas compactas terrosas o arcillosas. Sin la

ayuda de microscopía electrónica, rayos X, etc. es difícil distinguirla de las otras especies de composición similar.

El mineral tiene clivaje perfecto paralelo a la base de las plaquitas, el brillo es opaco y terroso, el color es blanco, a menudo coloreado por impurezas, es untuoso y plástico, insoluble y tiene un muy alto punto de fusión (1785°C).

Estas propiedades son las que hacen de él un mineral de tan amplio uso industrial; también dependen del tamaño de las partículas y la presencia de otras arcillas u otros minerales asociados. La mezcla con materiales de otros yacimientos permite lograr productos con las propiedades requeridas para un uso en particular.

En el país también se han denominado caolines a otras rocas que contienen arcillas por el simple hecho de ser blancas o contener sólo pequeñas cantidades de caolinita. Tal es el caso de alteraciones hidrotermales de microbrechas de rocas graníticas donde predomina cuarzo, muscovita y montmorillonita, por ejemplo el depósito ubicado al sur de la localidad de Nono, en la provincia de Córdoba.

Otras denominaciones comerciales frecuentes son arcilla caolínica, usada para material de depósitos sedimentarios, y caolinita lavada, término empleado para el mineral tratado en plantas industriales de concentración.

### 9.1. UBICACION DE LOS PRINCIPALES DEPOSITOS

Los depósitos de caolín se originaron por la meteorización y/o alteración hidrotermal de rocas ígneas o metamórficas ricas en feldespatos y pobres en hierro tal como granitos, pórfiros cuarcíferos, tobas porfíricas, etc. Esos procesos provocaron la concentración de  $\text{SiO}_2$  y de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , la lixiviación de hierro, calcio,

magnesio, potasio y sodio, y la formación del silicato que se acumuló en depósitos residuales o primarios. Es obvio que el contenido del material arcilloso decrece rápidamente en profundidad o a partir de los canales de circulación de las soluciones que provocaron la alteración.

Al producirse la erosión de esas concentraciones primarias, la caolinita fue transportada por los ríos y depositada en cuerpos de agua, junto con otros minerales, formando capas de caolín secundario.

Para algunos usos el origen tiene importancia, por ejemplo los depósitos sedimentarios suelen contener óxidos de titanio que son muy negativos para la industria del papel, en cambio los primarios carecen de él.

Actualmente, los yacimientos mas explotados del país se ubican en las provincias del Chubut, San Juan, Río Negro y ultimamente Jujuy, pero en el pasado también fueron trabajados depósitos de Santa Cruz y Buenos Aires. En la figura 2 se indican las áreas principales.

Provincia de Buenos Aires. Al tratar las arcillas refractarias se dió la ubicación y las características generales de los depósitos de caolin que se encuentran en las sierras septentrionales en las areas de Barker, San Ramón-Barrientos y Balcarce-Chapadmalal, en los partidos de Juarez, Necochea y General Pueyredón; por ello se omiten en esta sección. La producción de estos depósitos figura en las estadísticas como arcillas refractarias pero hace unos años era indicada como caolín.

Provincia del Chubut. Existen dos áreas principales, el Valle del río Chubut, en el dep. Gaiman, y Alto Río Senguerr, en el dep. Río Senguerr.

Valle del río Chubut. Es el distrito caolinífero más importante del

país, donde existen numerosas minas; en él se extraen más de las 3/4 partes de la producción nacional.

Estos depósitos se ubican a ambos márgenes del río Chubut, entre el dique Florentino Ameghino y la localidad de Dovalón; el área caolinífera cubre una extensión del orden de 750 km<sup>2</sup>. Se trata de caolines residuales originados por la alteración de pórfiros y tobas cuarcíferas de la Serie Porfirítica (Jurásico medio o superior), de color blanco a gris verdoso, cuya composición varía de uno a otro sector, con un contenido de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> comprendido entre 16 y 20% y están formados principalmente por caolinita, cuarzo y restos alterados del pórfiro.

El contenido de cuarzo oscila entre 8 y 48%, caolinita desde 50% a valores menores, illita entre 3 y 25% y con menos del 10% para halloysita y montmorillonita. Los depósitos son extensos y tienen espesores variables entre 2 y 8 m.

Las principales propiedades mineras son: Grupo Cerro Alto, Angelita, Gay, Grupo FAPA, Paula, María Magdalena, Paraná, Blaya Dougnac, Don Emilio, Sur del Río, Verónica y Marigenia.

Sobre las riolitas se depositaron una secuencia de areniscas y calizas zoogenas, rodados y arenas y gravas poco consolidadas con espesores que varían entre 0 y 7 m.

La mayoría de los yacimientos se trabajan a cielo abierto; existen plantas de lavado.

**Alto Río Senguerr.** Esta región caolinífera se emplaza unos 40 km al NO de la localidad de igual nombre, cerca de la Aldea Apeleg y a unos 350 km de Comodoro Rivadavia. Los depósitos más conocidos son Estrella Gaucha (Cerro Bayo), Susana y Grupo Gato.

La mineralización es el resultado de la alteración hidrotermal de una toba riolítica; el mineral caolínico predominante es dickita

(40%) asociada con cuarzo secundario, alunita, pirofilita, caolinita, baritina, etc. La zona caolinizada supera los 30 m de espesor y es de composición irregular.

**Provincia de Jujuy.** En las inmediaciones de la localidad de Tafna, ubicada 18-20 km de La Quiaca, se encuentra un depósito de caolín en ambos márgenes del arroyo Peñas Blancas, antes de su desembocadura en el río La Quiaca.

Se trataría de un yacimiento redepositado, con minerales arcillosos generados a partir de la alteración hidrotermal de lutitas del Ordovícico inferior. El material se encuentra como un depósito aluvial moderno, que cubre un área de 4 km de largo por un ancho de 500 a 1000 m.

Existen dos mantos subhorizontales, uno inferior puro, cuyo espesor es de 5 a 6 m y otro superior, muy impuro, cuya potencia varía entre 3 y 15 m, con una cubierta formada por sedimentos sueltos de 3,5 a 10 m de espesor; los minerales arcillosos son caolinita, illita y montmorillonita. Las minas principales son Yurac, La Lucha y La Merced.

Treinta kilómetros al S de la Estación Pumahuasi, en el cerro Chocoite, se observan otros cuerpos similares al descrito.

**Provincia de Río Negro.** En esta provincia se encuentran dos áreas principales: Los Menucos-Aguada de Guerra y Filcaniyeu.

**Los Menucos-Aguada de Guerra.** Este distrito se extiende en el área comprendida entre las estaciones del FCNGR que lleva esos nombres, en un radio de unos 50 km de Los Menucos.

Los yacimientos se alojan en tobas riolíticas y se habrían generado por procesos de alteración hidrotermal; los principales minerales son caolinita, cuarzo, calcita, óxidos de hierro, y fragmentos alterados de la roca volcánica, con dickita en algunos lugares; el material es duro y áspero, de color blanco grisáceo a veces

manchado por óxidos de hierro. El espesor de la zona con caolín es superior a los 20 metros.

En el sector SE, distante 40 km de Los Menucos, se ubican las minas Blanquita, Don Sergio, Los Nucos, Sorpresa, Laurita y otras; en el sector SO, a 5 km de Los Menucos, se encuentran las minas Adelita, La Fortuna, Amanda y otras.

En Aguada de Guerra, 35 km al SO de Los Menucos, el área caolinífera tiene una superficie de 100 km<sup>2</sup>; las minas más conocidas son Liliana, Miguel y Alfabet.

**Pilcaniyeu.** Este distrito se encuentra unos 30-35 km al SO de la localidad homónima. Los depósitos se han formado por la acción de aguas termales que actuaron sobre rocas liparíticas de la Serie Andesítica (Terciario); el caolín forma masas compactas blancas. Las minas más destacadas son La Chiquita o Las Lagunas y Codihué.

También se cita un depósito en el dep. 25 de Mayo, 70 km al S de Ingeniero Jacobacci en el paraje Quetrequile, cerca de Ñorquinco. Este cuerpo, generado por el hidrotermalismo que afectó a una toba riolítica, tiene forma irregular, espesores que superan los 14 m y un encape de 0,20 a 1 m; los minerales característicos son halloysita (48%), cristobalita (49,7%), microclino y albita. Las minas más conocidas son Buitrera I y II.

**Provincia de San Juan.** Unos 52 km al N de la ciudad de San Juan, y 10 km al NO del embalse de Ullum, en el ambiente de la Precordillera, se encuentran afloramientos de andesitas, dacitas y riolitas. Estas rocas, cortadas por una falla E-O, presentan una zona de intensa alteración hidrotermal, de color blanco, en parte pigmentada por óxidos de hierro.

Este depósito, citado como caolinítico, contiene un alto porcentaje de cuarzo; el material que se extrae es compacto y de grano



mediano a grueso y se destina a la producción de cemento blanco y refractarios. Las minas más conocidas son, entre otras, San José y San Juan.

**Provincia de Santa Cruz.** Los yacimientos de caolín se localizan unos 125 km al O y SO de San Julián, en el dep. Magallanes. Se trata de caolines residuales que se generaron por la alteración de tobas del Complejo Porfirítico; existe un depósito sedimentario.

El color del material es blanco a blanco grisáceo, en algunos sectores se observan coloraciones rojizas; los minerales predominantes son caolinita, cuarzo y mica con cantidades menores de feldespato y montmorillonita, en algunos lugares se presenta dickita. El espesor de los depósitos varía desde 0,5 a más de 7 m; la extensión areal es importante y el encape sólo tiene algunos decímetros de espesor.

Las minas más conocidas son La Unión, El Ranquel, El Nandú y Cerro Rubio.

Existe otra zona caolinífera ubicada 30 km al NO de San Julián, que se localiza en tobas de la Formación Baqueró (Jurásico superior-Cretácico inferior); se trataría de un depósito generado por alteración hidrotermal. La mineralización no es homogénea, el espesor varía entre 1,60 y 2 m. Las minas más conocidas son Flor de Ilusión, Cristina y Brunilda.

**Otras provincias.** También se han citado yacimientos de caolín en la provincia de Catamarca, en la ladera occidental de la sierra de Ambato, en el dep. Pomán; de Córdoba, en el dep. San Alberto, en las proximidades de Nono, 24 km al N de Villa Dolores; de Mendoza, en los departamentos San Rafael, Luján de Cuyo y Las Heras; de Salta, en las inmediaciones de La Merced, dep. Cerrillos, y de San Luis, cerca de Papagayos, en el faldeo occidental de la sierra de Comechingones, 33 km al ENE de Tilisarao. En general falta información

detallada sobre esos cuerpos o bien son depósitos mal estudiados que no corresponden a caolines.

## 9.2. PRODUCCION

Según las estadísticas oficiales los tonelajes de producción nacional para el período 1979-1988 son las reproducidas en el gráfico 17.

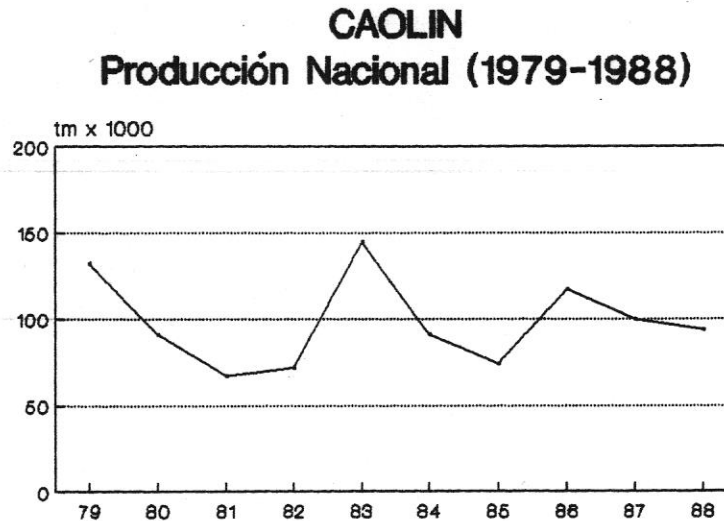


Gráfico 17

La producción por provincia, para el año 1988, se indica en el gráfico 18 en forma porcentual donde puede verse que las 3/4 partes corresponden a los depósitos del Chubut.

## CAOLIN Producción por Provincia 1988

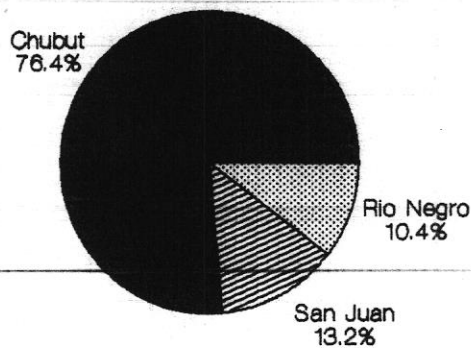


Gráfico 18

Datos aún no revisados por la Subsecretaría de Minería indican que en 1989 existió producción en Jujuy y Mendoza.

### 9.3. USOS

El caolín es usado en las siguientes industrias: papelera, cerámica, esmaltes, refractarios, plásticos, cauchos, pinturas, tintas, cementos especiales, insecticidas, cosmética, etc.

En general cuando las especificaciones son rigurosas se usan caolines tratados o lavados.

El uso en la producción de papel puede ser para carga o para cobertura; el contenido de  $Al_2O_3$  debe ser 36 y 37% respectivamente y el de  $SiO_2$  48,7 y 47,8% para ambos; el contenido en óxidos de hierro y titanio debe ser bajo así como el de  $CaO + MgO$  y de  $Na_2O + K_2O$ . Además son muy importantes el índice de blancura, la viscosidad, el pH, el valor de la abrasividad y la granulometría; esta última debe

ser 80% menor que 2 micrones y sólo el 0,02% mayor que 53 micrones para cobertura y valores menores para carga. Dado que no es fácil cumplir con estos límites, el material para cobertura es importado.

En las otras industrias las características del caolín dependerán del uso particular al que se destinen; sería muy extenso dar detalles para todos ellos pero puede darse un par de ejemplos para mostrar la gran variación posible.

Para porcelana, artefactos sanitarios blancos, así como para revestimientos, cementos y pinturas de igual color, el contenido de hierro debe ser muy bajo, lo cual no afecta en la industria del caucho. Lo mismo puede decirse del contenido de  $\text{SiO}_2$  que para porcelanas debe estar entre ciertos valores pero que no tiene prácticamente importancia en cementos.

Para uso en cerámica son importantes, además, la plasticidad, la contracción, el módulo de ruptura, el cono pirométrico equivalente, el color de cocción, etc. Para el uso en pinturas, plásticos y tintas deben considerarse el brillo, la absorción de aceite, la resistividad, la granulometría, la humedad, etc.

## 10. CUARZO

El cuarzo es un mineral muy común y abundante que se presenta en una gran variedad de ambientes geológicos.

Su composición es  $\text{SiO}_2$ , con Si 46,7 % y O 53,3% y de todos los minerales conocidos es el más cercano a un compuesto químico puro; sin embargo análisis espectrográficos indican pequeñas trazas de litio, sodio, potasio, aluminio, hierro, manganeso y titanio, además puede tener inclusiones pequeñas de otros minerales.

Se presenta con formas cristalinas que se componen de un prisma hexagonal con pirámides en sus extremos a las que se agregan otras caras menores, pero también en agregados cristalinos con individuos que van desde sumamente pequeños a enormemente grandes que llegan a pesar varias toneladas.

Cuando forma cristales idiomorfos puede ser incoloro (cristal de roca), blanco (cuarzo lechoso), violeta (amatista), rosado (cuarzo rosa), pardo a casi negro (cuarzo ahumado) y amarillo claro (citrino).

Existen variedades fibrosas tales como agata, ojo de tigre, heliotropo, carneola, crisoprasa, onix, sardónica y madera silicificada, a todas ellas en conjunto se les da el nombre de calcedonia. También se presenta en variedades de grano muy pequeño tales como jaspe y silex o pedernal.

Pero de todas las variedades, sólo la incolora (no en cristales bien formados) y la blanca tienen uso masivo en la industria, el resto tiene aplicaciones en joyería, objetos decorativos o en fabricaciones menores.

La dureza es 7, no puede ser rayada con una lima (=6,5), tiene fractura concoidal, brillo vítreo, es transparente a translúcida y

es insoluble, excepto en ácido fluorhídrico.

### 10.1. UBICACION DE LOS PRINCIPALES DEPOSITOS

Las explotaciones de cuarzo se realizan a partir de las pegmatitas localizadas en las Sierras Pampeanas. Las áreas de posible interés se indican en la figura 2. Es obvio que la ubicación de las mismas y de los centros de consumo condiciona la explotación, restringiéndose especialmente a la región de Córdoba y San Luis, por lo tanto las restantes áreas deben ser consideradas principalmente como potenciales.

Las pegmatitas están alojadas en el basamento cristalino, casi siempre en las metamorfitas, en forma concordante, a veces también en el granito. Los depósitos son generalmente zonados y tienen forma tabular o lenticular, cuando se incluyen en las rocas metamórficas, y ovoides o amebiformes en las graníticas.

El núcleo se caracteriza por su predominante composición cuarzosa con grano muy grueso o por cuarzo y microclino, asociados con otros minerales menores.

Estos depósitos también son los principales proveedores de feldespato y de otros importantes productos mineros tales como berilo, mica, espodumeno y otros minerales de litio, columbo-tantalita, gemas, etc.; en algunas explotaciones por estos últimos, el cuarzo ha sido extraído como subproducto.

Las longitudes de las pegmatitas mayores superan los 100 m, pudiendo alcanzar los 1000m y tienen potencias variables entre 5 y algunas decenas de metros que excepcionalmente llegan a 50 o más; se explotan casi exclusivamente en canteras a cielo abierto.

Asimismo, el mineral forma cuerpos no consolidados, arenas de

diversa pureza, y rocas consolidadas, areniscas y cuarcitas, que son también utilizados como fuente de cuarzo.

**Provincia de Córdoba.** En esta provincia existen numerosos depósitos pegmatíticos, el total de las minas denunciadas es del orden de 285, las que se ubican principalmente en los departamentos de San Alberto, Calamuchita, Cruz del Eje, Pocho, San Javier y Minas.

En un resumen como el presente es imposible indicar todas las minas en el mapa o dar sus localidades; el lector deberá recurrir a las referencias indicadas al final para obtener información más detallada.

Sin embargo, entre otras, se citan las siguientes: Juanita, Pampa, El Criollo, La Tera, María Inés, Astilla, La Fortuna, Dora, Feliciano, Rosita, Pugenio, Patricia y Soledad.

**Provincia de San Luis.** Las pegmatitas denunciadas en esta provincia llegan a 270, las que se ubican principalmente en los departamentos San Martín, Pringles y Chacabuco. Los centros más importantes se encuentran en el área de influencia del valle de Conlara, debido al alto costo del transporte; las plantas de molienda se hallan en La Toma, Naschel, Tilisarao y Santa Rosa.

Tampoco en este caso puede indicarse la ubicación de todos los depósitos, por lo cual el lector interesado debe consultar las referencias.

Entre las minas más importantes pueden citarse: La Suerte, Estrella del Sur, La Argentina, Cerritos Blancos, San Maximino, Alto de las Vacas, La Beatriz, Belzebut, Las Palomas y La Viquita.

Además de las pegmatitas, en esta provincia existen otros depósitos de cuarzo, los ubicados en las inmediaciones de las localidades de J. Llerena y L. Jorba, en el dep. Pedernera.

**Provincia de Mendoza.** El padrón minero de esta provincia indica que las minas de cuarzo se ubican en los departamentos Malargüe y San

Rafael en el distrito El Nevado; en el dep. San Rafael, distritos Las Pintadas, Piedras de Afilar y 25 de Mayo; en el dep. Malargüe, distrito Sierra de Chachahuen; en el dep. Luján de Cuyo, distrito Potrerillos; en el dep. Tupungato, distrito Salamanca; y en el dep. Las Heras, distrito La Cortaderita.

**Provincia de San Juan.** Las fuentes de cuarzo se ubican en el área de Valle Fértil en el departamento homónimo y Pie de Palo en el departamento de Caucete, ambas en el ambiente de las Sierras Pampeanas.

En la primera existen numerosas pegmatitas que en general se explotan por mica; los cuerpos principales están en la sierra de Valle Fértil, donde hay 3 áreas: Balilla, Aurora y Trinacria.

El sector **Balilla** se localiza unos 17 km al SO de San Agustín donde se destacan los grupos 9 de Julio y Silvia Estela.

El sector **Aurora** está 12 km al NNO de la misma localidad citada y se desarrolla en las quebradas de Usno, Turbante, de las Tuscas, Ramadita y otras.

El sector **Trinacria** se encuentra unos 30 km al NO de San Agustín en las quebradas del Durazno y del Mocho; las pegmatitas más conocidas son Gladys, Los Chanchitos y Grupo Balila.

En la sierra Pie de Palo, 60 km al E y SE de la ciudad de San Juan, existe un conjunto de cuerpos de cuarzo alojados en esquistos anfibólicos; entre otras se citan las minas Esperanza y Gatón.

**Otras provincias.** Como se indica en la figura 2 existen otras regiones de las sierras Pampeanas donde se presentan pegmatitas, ellas son: Catamarca (sierras de Ancasti y Ambato), Tucumán (sierra de Quilmes y Cumbres Calchaquíes), La Rioja (sierras de Mazán, Ambato y Brava), Neuquén (dep. Catan Lil), Salta (N de sierra de Quines), San Juan (Valle Fértil, Pie de Palo) y Santiago del Estero (sierra de Sumampa), todas estas son áreas potenciales de producción.



También se han citado pegmatitas en el Chubut en las inmediaciones de Languiñeo, Cushamen y Tehuelches pero la ubicación es tan remota que resultaría antieconómica su explotación por cuarzo.

## 10.2. PRODUCCION

Las estadísticas del año 1988 muestran que el cuarzo sólo se explotó en las provincias de Córdoba, Mendoza y San Luis, sin embargo las correspondientes a 1984-1986 p.e. indican que también se produjo este mineral en San Juan, Neuquén, Catamarca y La Rioja.

En el gráfico 19 puede apreciarse que el tonelaje anual de la producción nacional se ha incrementado a partir de 1986.

### CUARZO Producción Nacional (1979-1988)

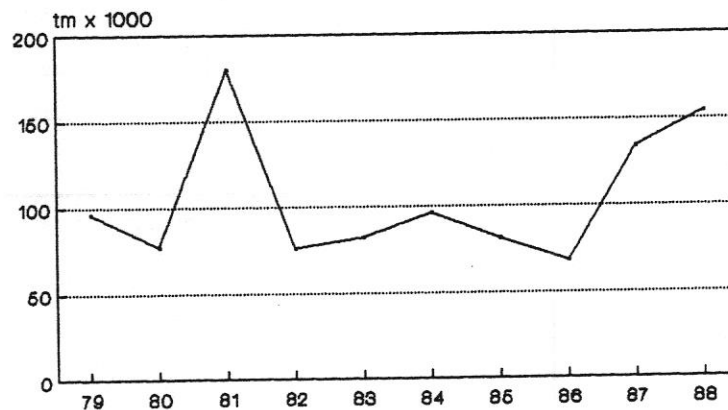


Gráfico 19

En el gráfico 20 se dan los porcentajes por provincia correspondientes a 1988.

## CUARZO Producción por Provincia 1988

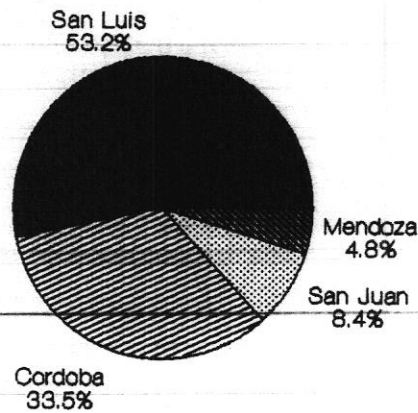


Gráfico 20

### 10.3. USOS

El cuarzo se utiliza en la fabricación de vidrios, en siderurgia, en cerámica, refractarios, esmaltes, electrónica, y en la producción de cuarzo fundido, silicio, polvos abrasivos, etc.

En la industria del vidrio debe tener mas de 99,5% de  $\text{SiO}_2$  para los de calidad óptica y 98,5% en los de tipo ambar para envases; las cantidades de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  tolerables son muy bajas, desde 0,01% para los primeros a 1% para los segundos. En particular se utiliza cuarzo con contenido máximo en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de 0,02% para vidrios tipo borosilicato.

El  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$  no son perjudiciales en muchos casos, si están en cantidades pequeñas, ya que ninguno de ellos produce color; en cambio la presencia de óxidos colorantes (de Cu, Ni, Co, Cr, Mn) o minerales de alto punto de fusión son observables.

El cuarzo de pegmatitas puede ser sustituido en buena parte por arenas silíceas ya que la molienda es un proceso muy caro, además,

la granulometría y la distribución de frecuencias de tamaño, la forma de los granos y la ubicación de los depósitos juegan un rol importante.

En la industria siderúrgica el mineral se usa para la elaboración de ferrosilicio y ferrosilicio manganeso, el contenido de  $\text{SiO}_2$  debe ser superior al 98%, no influyendo obviamente la presencia de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  pero si el tenor de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  que debe ser bajo. La granulometría tiene que ser gruesa; para otras aleaciones del silicio las especificaciones son similares. Cuarzitas puras pueden reemplazar al cuarzo en esta industria.

La producción de fósforo elemental por el método de horno eléctrico tiene especificaciones más tolerantes en cuanto a composición.

En cerámica las condiciones son similares a las del vidrio, y según el tipo de la misma. El contenido de  $\text{SiO}_2$  debe ser en general del 99%, pero en algunos casos se tolera hasta un contenido del 95%.

En las industrias químicas, para la elaboración de silicatos de sodio y carburo de silicio, por ejemplo, se exigen materiales de alta ley, pero mientras en la primera los contenidos de Fe y Ti deben ser muy bajos por el factor color, no tiene significación en la segunda.

Para los esmaltes, las características del cuarzo deben ser similares a las que se requieren para la cerámica de alta calidad.

En electrónica se usa casi exclusivamente cuarzo sintético producido por métodos hidrotermales, pero para su fabricación se requieren lascas de cristales puros.

Durante los últimos años se han desarrollado una serie de productos nuevos especialmente cuarzo fundido de alta pureza y silicio de grado electrónico (fundido, policristalino y monocristal) que requieren cuarzo de alta calidad para su fabricación; el incre-

mento del consumo de estos productos es fenomenal.

El cuarzo es la materia prima básica para producir fibras ópticas cuyo uso en comunicaciones es revolucionario; además con cuarzo fundido se fabrican varillas, crisoles, etc. El silicio se aplica a dispositivos semiconductores para microelectrónica, en células solares y en una serie de productos especiales.

En nuestro país prácticamente no existe ni producción de materia prima para estos últimos usos, ni esas industrias transformadoras; el valor agregado del mineral tratado y especialmente de esos nuevos productos, obligan a una seria consideración a nivel nacional de la industria extractiva y de su posterior procesamiento, tal como sucede en el Brasil.

## 11. DOLOMITA

Dolomita es el nombre de un mineral cuya fórmula es  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  y que contiene CaO 30,4%, MgO 21,7% y  $\text{CO}_2$  47,9%.

El mineral se presenta formando cristales romboédricos o en masas granulares finas y gruesas; tiene una dureza de 3,5 a 4 y brillo vítreo; su color usualmente es blanco o gris pero puede ser rosado, verde, pardo o negro y es transparente a translúcido.

Es infusible y soluciones frías de ácido clorhídrico sólo lo atacan ligeramente, lo cual lo distingue de la calcita que ante ese ataque burbujea intensamente; pero con el ácido caliente reacciona y burbujea. Se distingue fácilmente de la calcita por métodos superficiales de coloración diferencial utilizando reactivos específicos.

Pero el término dolomita también se usa mundialmente para designar una roca que contiene entre 90 y 100% de  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ; entre 50 y 90% de ese carbonato se la llama dolomita calcítica, cuando tiene entre 0 y 10% es llamada caliza y si varía entre 10 y 50% caliza dolomítica. Algunos autores en el país usan dolomita para el mineral y dolomía para la roca.

De lo dicho anteriormente resulta que la roca dolomita tiene contenidos iguales o menores de MgO que el indicado para el mineral (21,7%).

### 11.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

Muchos depósitos de dolomita tienen estructuras originalmente compuestas por calcita o aragonita que han sido indudablemente reemplazadas por dolomita; si bien en la actualidad no se forma en los fondos marinos, existen muchos depósitos antiguos. Por ello la mayoría de los geólogos cree que las dolomitas se formaron princi-

palmente por alteración de las calizas, es decir que se habrían dolomitizado.

Sin embargo nadie sostiene que todas las dolomitas se formaron de ese modo; muy probablemente algunas de ellas son precipitados químicos que sedimentaron directamente en lagos o en mares donde la salinidad era alta, es decir son primarias, aunque algunos autores sostienen que pueden haberse originado por un reemplazo diagenético temprano de la calcita o aragonita en el fondo mismo del océano antes de su sepultamiento. Hay numerosas evidencias texturales que señalan ambos orígenes.

Existen estratos que tienen gran extensión y uniformidad, que yacen concordantemente entre capas de caliza, interpretados como depósitos primarios de dolomita.

Han sido citados depósitos de dolomita para las provincias de Buenos Aires, Catamarca, Córdoba, Jujuy, San Juan y San Luis. En la figura 3 se indican en forma resumida las principales áreas con depósitos de esta roca.

**Provincia de Buenos Aires.** Los yacimientos de dolomita se encuentran en el partido de Olavarría en la inmediaciones de la ciudad homónima, en los lugares conocidos como **cerros Aguirre, Largo, Matilde, Las Tres Lomas y Bayo**; estos depósitos corresponden al Horizonte Dolomítico de la Formación La Tinta que se encuentra intercalado entre las cuarcitas inferiores y superiores; otros autores los incluyen en la Formación Villa Mónica (Precámbrico).

Ese horizonte tiene espesores comprendidos entre 35 y 40m y está integrado por bancos de 1 a 2 m de potencia, el color es pardo con tonos grises y rojizos y la textura de grano fino. En las partes medias el contenido de  $\text{SiO}_2$  oscila entre 1 y 2,5% mientras que en la superior e inferior llega al 10%.

Existen varias canteras donde se producen bloques y material siderúrgico.

**Provincia de Catamarca.** Existe un depósito ubicado 16 km al OSO de la localidad de Esquiú del dep. La Paz, en el extremo SE de la provincia, donde afloran calizas, calizas magnesianas y en menor proporción dolomitas; estas últimas se encuentran en el sector denominado **Campo El Cerrito.**

**Provincia de Córdoba.** Los yacimientos de dolomita han sido agrupados en cuatro distritos conocidos como Bosque Alegre, San Agustín, Cañada de Alvarez y Los Cocos. Todos ellos se encuentran en las Sierras Pampeanas formando parte del complejo metamórfico Precámbrico del basamento.

**Bosque Alegre.** Este distrito se encuentra 26 km de Alta Gracia por el camino que une esta localidad con Bosque Alegre. Se trata de bancos de dolomitas (20%), dolomitas calcíticas (76%) y calizas (4%), el espesor está comprendido entre 10 y 20 m, el color es blanco puro a grisáceo.

**San Agustín.** Se localiza 4 km al O de la localidad del mismo nombre y 48km al S de Alta Gracia, en la vertiente oriental de la sierra Chica. En este lugar afloran importantes bancos de dolomita (16%), dolomita calcítica (80,6%) y caliza dolomítica (9,4%); el color es blanco, en parte con tonos grises y amarillentos, y la textura varía de grano fino a grueso. Las rocas encajantes son gneises, esquistos y anfibolitas.

**Cañada Alvarez.** Se trata de un amplio distrito ubicado en el dep. Calamuchita, con centro en La Calera; existe un potente paquete dolomítico (17 a 36%) y dolomítico calcítico (62 a 80%) que alcanza hasta 600 m de ancho por 3.500 m de longitud. Las rocas encajantes predominantes son también gneises, esquistos y anfibolitas. El color de la roca es blanco con tonos grises y verdosos, la granulometría

varía entre fina y mediana.

**Los Cocos.** Este yacimiento está 30km al O de la localidad Elena (ruta Córdoba-Río Cuarto); se trata de un cuerpo de dolomita de más de 1 km de longitud que tiene espesores comprendidos entre 8 y 30m, de color blanco a blanco azulado y grano medio. El material seleccionado tiene contenidos muy bajos en hierro y se destina a cristalería.

**Provincia de Jujuy.** En la margen norte de la quebrada de Tumbaya Grande, 5 km en línea recta al SE de Purmamarca, se encuentra la propiedad Agua Chica emplazada en la Cordillera Oriental, donde se explota dolomita.

Se trata de un paquete de bancos groseramente lenticulares de unos 20 m de espesor intercalados en pizarras y esquistos verdes de la Formación Puncoviscana (Precámbrico), de color gris y grano fino, que se utilizan en Altos Hornos Zapla.

**Provincia de San Juan.** Los depósitos de dolomita de esta provincia se ubican en el ambiente de la Precordillera, donde se aloja una extensa franja de rocas carbonáticas que se extiende desde el límite con Mendoza hasta el de La Rioja. Dicha franja, perteneciente a la Formación San Juan (Ordovícico), se ubica en la vertiente oriental de la Precordillera. Los depósitos se encuentran en el Cordón Pedernal de los Berros en el lugar conocido como Agua de los Pajaritos, en el flanco occidental de la sierra de Villicum y en la sierra Chica del Zonda.

**Agua de Los Pajaritos.** Este depósito se halla en el cerro Pedernal de los Berros, 8 km en dirección SO de la localidad Cienaguita, en el dep. Sarmiento. La dolomita aflora en una pequeña lomada que tiene 110 m de longitud y se intercala entre bancos de caliza; su color es gris rosado a pardo y su grano mediano.



**Sierra de Villicum.** Se localiza en el extremo austral de la sierra homónima, en el dep. Albardón, 19-20 km al N de la ciudad de San Juan. Se trata de dos afloramientos que distan unos 1.000 m entre sí, intercalados en calizas de la Formación San Juan. Los estratos de dolomita miden entre unos decímetros y un metro de espesor y forman un conjunto muy potente; la roca tiene color gris claro y grano fino. El material producido se destina especialmente a Somisa y Acindar, y a la fabricación de vidrios.

**Sierra Chica del Zonda.** También se cita un extenso y potente depósito de dolomita de grano fino en el dep. Rivadavia.

**Provincia de San Luis.** Los depósitos de dolomita se encuentran en el sector austral de la sierra de La Estanzuela, donde se encuentran los sectores Cañada Grande y La Marmolina.

**Cañada Grande.** Está ubicado 16 km al E de Naschel; se trata de 5 bancos de dolomita con una potencia que oscila entre 10 y 60 m intercalados en esquistos y gneises. El mineral es blanco grisáceo de grano mediano y se destina a la fabricación de cal hidráulica.

**Area La Marmolina.** Se localiza unos 27 km al ENE de Naschel, donde se conocen los depósitos La Marmolina, Geroe y Salvaño-Márquez. Existen entre 3 y 6 bancos dolomíticos encajados en esquistos con una potencia de hasta unos 45m; el color es blanco a gris y el grano fino. Parte de la producción se destina a vidrio, el resto a granulados.

**Otras provincias.** En Neuquén 50 km al SE de Zapala, en la zona de Mallín Quemado, afloran bancos de dolomita del Cretácico inferior-medio que tienen espesores de hasta 7 m. En La Rioja, 64 km al N de Guandacol, en la parte austral de la sierra de Umango, afloran dolomitas y dolomitas calcíticas emplazadas en esquistos y anfibolitas; también existen afloramientos a 15-20 km al O del pueblo mencionado.

Se cita otro depósito en Río Negro, a 11 km de Valcheta en el departamento homónimo, formado por un banco de color claro y grano fino con una potencia de 1,75 m.

Además, en Santiago del Estero, en la sierra de Ancaján, existen dos bancos de dolomita cristalina de color rosada y blanca, intercalados en esquistos, cuyos espesores oscilan entre 1 y 1,5 m.

## 11.2. PRODUCCION

La producción nacional de dolomita para el período 1979-1988 se indica en el gráfico 21.

### DOLOMITA Producción Nacional (1979-1988)

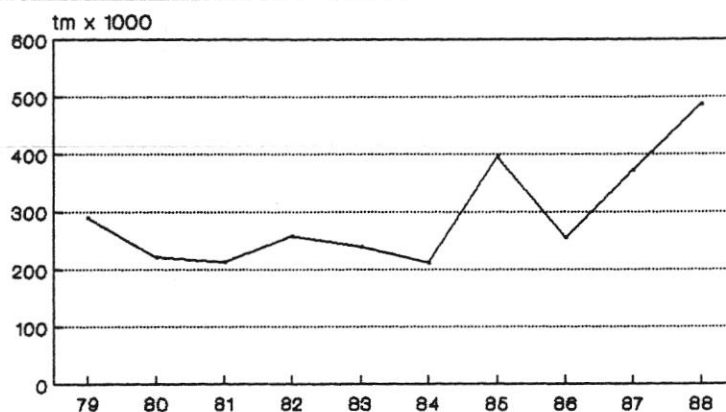


Gráfico 21

En el gráfico 22 se dan los porcentuales de producción por provincia para el año 1988; obsérvese el liderazgo que ejerce San Juan con el 87,6% de la producción.

Durante ese año también se registran tonelajes relativamente pequeños para Buenos Aires (1,29%) y Catamarca (0,02%) que no han sido incluidos en el gráfico.

## DOLOMITA Producción por Provincia 1988

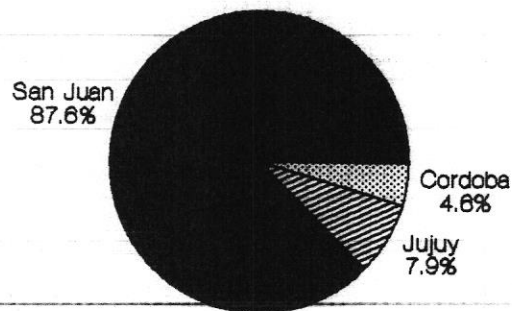


Gráfico 22

### 11.3. USOS

La dolomita tiene múltiples aplicaciones en diversas industrias: siderúrgica, elaboración de cales magnesianas, dolomita calcinada para hornos de fundición, vidrios y cementos especiales, en agricultura como fertilizante menor, en la composición de ladrillos y piezas refractarias de tipo básico, en mosaicos reconstituídos y como material de revestimiento en zócalos, escalones y baldosas.

En la elaboración de arrabio la dolomita actúa como fundente y sirve para la formación de la escoria que remueve de los minerales las sustancias nocivas y ayuda a mantener y controlar la fluidez de la misma sin necesidad de aumentar la temperatura.

Su consumo depende de la composición de los minerales ferríferos que se cargan en el lecho de fusión, la proporción de caliza-dolomita es de 4 a 1; el consumo específico es variable pero oscila entre 10 y 30 kg por tonelada de arrabio. Se la ingresa en forma

directa en gránulos de tamaño uniforme, el 90% debe estar comprendido entre 9 y 38 mm, con máximos del 5% de tamaños mayores e igual valor de menores.

El mineral debe tener textura microcristalina y no ser friable; se realizan ensayos de tambor para establecer índices que determinen la resistencia a la degradación por impacto y abrasión.

Las características químicas deben ser: CaO mínimo 20,5%, MgO mínimo 18%, SiO<sub>2</sub> máximo 5%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> máximo 2% SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> máximo 6%, azufre máximo 0,07%, fósforo máximo 0,03% y H<sub>2</sub>O máximo 2%.

La acción fundente la ejercen el CaO y el MgO de la dolomita; el contenido de ambos y la relación con SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> se denomina base útil, que para las dolomitas con destino a altos hornos está dada por expresiones similares a las indicadas para la caliza.

El consumo de mineral en aceración es fluctuante pero varía entre 60 y 80kg de dolomita cruda por tonelada de acero, o bien se usa el equivalente en forma de cal magnesiana.

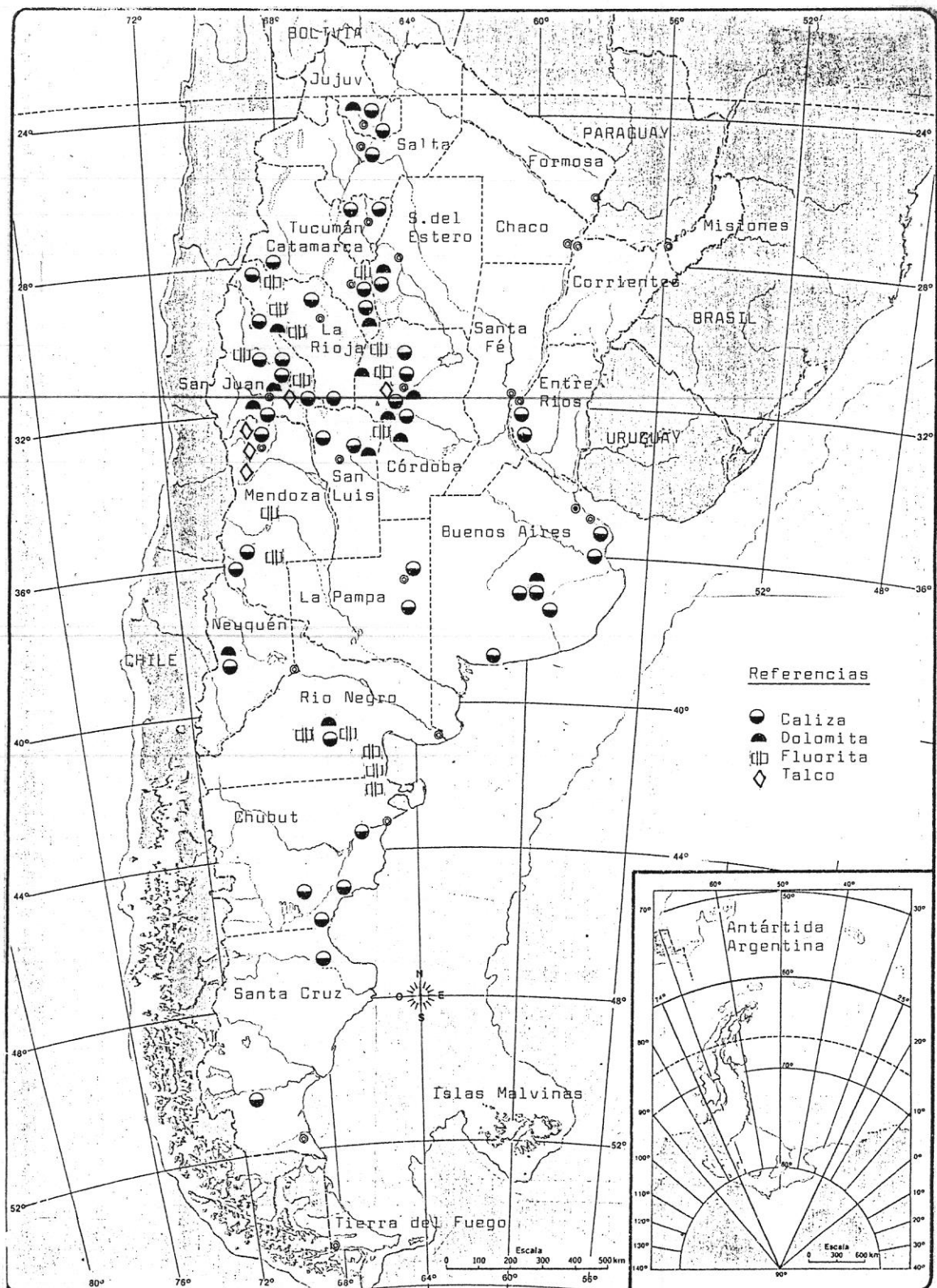


Figura 3. DISTRIBUCION DE LOS DEPOSITOS DE CALIZA, DOLOMITA, FLUORITA Y TALCO EN LA REPUBLICA ARGENTINA.

## 12. FELDESPATO

Los feldespatos constituyen un grupo de minerales relacionados entre si; son silicatos de aluminio con potasio, sodio y calcio y muy raramente con otros cationes (Ba, Fe, Pb, Rb, Cs).

Pertenecen a los sistemas monoclinico y triclinico pero los cristales de ambos sistemas se parecen mucho entre si, tanto en el hábito como en los ángulos que forman las caras homólogas. Todos tienen buenos clivajes en dos direcciones las cuales forman un ángulo de  $90^{\circ}$  entre si o cercano a él; la dureza es alrededor de 6.

Los feldespatos comunes pueden ser considerados como la solución solida de 3 componentes: ortoclasa u ortosa ( $KAlSi_3O_8$ ), albita ( $NaAlSi_3O_8$ ) y anortita ( $CaAl_2Si_2O_8$ ). Los dos últimos forman una solución sólida completa a todas las temperaturas, denominada plagioclasa (la serie es albita, oligoclasa, andesina, labradorita, bitownita y anortita); anortita y ortoclasa sólo forman una solución sólida muy limitada, mientras que albita y ortoclasa forman una solución sólida estable a altas temperaturas pero inestable a bajas temperaturas, de manera que un feldespato de sodio y potasio se disocia al enfriarse dando láminas de albita en ortoclasa, este intercrecimiento se denomina peritita.

Anortita tiene tres polimorfos, albita tiene un dimorfo de alta temperatura y el feldespato de potasio tiene tres formas, microclino, ortoclasa y sanidina. El primero es característico de rocas plutónicas y pegmatitas, el segundo de porfiritas, pegmatitas y vetas hidrotermales y el tercero de rocas volcánicas; ortoclasa y microclino son dominantes en granitos, sienitas y en los equivalentes de grano fino, y albita, oligoclasa y andesina son los feldespatos de sodio y calcio característicos de granodioritas, dioritas y

de las rocas volcánicas equivalentes.

Los feldespatos usados comercialmente son ortoclasa, microclino, albita y oligoclasa (plagioclasas sódicas con bajo contenido en calcio); como los feldespatos de las rocas de grano fino sólo pueden ser separados con dificultad y costos relativamente elevados no se los usa como fuente de ellos y es necesario recurrir a cuerpos de grano muy grueso con bajos contenidos en minerales de hierro, objetables en los feldespatos comerciales. Los depósitos con estas características son las pegmatitas asociadas con rocas graníticas donde el tamaño de los cristales es tan grande que en todos los yacimientos de nuestro país se obtienen por selección manual; en muchos casos el feldespato contiene intercrecimientos con cuarzo.

En algunos países, se usan aplitas o sienitas nefelínicas con bajos contenidos en minerales de hierro, como fuente de feldespatos; en otros, las pegmatitas se explotan en forma integral con métodos mecanizados y los componentes se separan con flotación selectiva.

A continuación se dan las características más sobresalientes de los principales feldespatos.

**Ortoclasa** (monoclínico) y **microclino** (triclínico) ambos tienen  $K_2O$  16,9%,  $Al_2O_3$  18,4% y  $SiO_2$  64,7%, estos son conocidos como feldespatos potásicos; además de las propiedades indicadas arriba ellos forman cristales prismáticos, su brillo es vítreo y su color es blanco, gris o rosado a rojo, raramente incoloro o verde (en microclino). La distinción entre ambos minerales es muy difícil a ojo desnudo pero muy simple con el microscopio.

Por lo indicado arriba, todos los feldespatos potásicos tienen albita en solución sólida, es decir sodio y algo de calcio con valores que van de 0 a 3,6% para el primero, y de 0 a 0,58% para el segundo; esos porcentajes pueden aumentar marcadamente si son

perfiticos.

Albita contiene  $\text{Na}_2\text{O}$  11,82%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  19,44% y  $\text{SiO}_2$  68,74%, los cristales comunmente son prismas planares, paralelos a la cara lateral pero muy frecuentemente forman agregados de cristales maclados, que hacen que el mineral presente bandas o estriaciones paralelas; su color es blanco o gris, a veces incoloro, rojizo o verdoso.

Albita esta casi siempre asociada con el componente cálcico, mineralogicamente se la llama así hasta el límite 90% Ab (albita) 10% An (anortita), si el contenido de ambos es entre  $\text{Ab}_{90}\text{An}_{10}$  y  $\text{Ab}_{70}\text{An}_{30}$  se llama oligoclasa; la albita también siempre tiene pequeños contenidos de potasio que pueden llegar al 2% aproximadamente.

#### 12.1. UBICACION DE LOS PRINCIPALES DEPOSITOS

En los cuerpos pegmatíticos el feldespató está siempre asociado con cuarzo, y en la Argentina estos depósitos son la única fuente del mineral.

Al tratar cuarzo se dieron las características generales de las pegmatitas, se indicaron las áreas productoras y potenciales y se citaron algunas de las numerosas minas de las provincias de Córdoba y San Luis; por lo cual no se repiten esos datos en esta sección. En la figura 2 se indica la distribución de las áreas pegmatíticas con depósitos de este mineral.

En la provincia de Mendoza se citan depósitos de feldespató para el distrito El Nevado en los departamentos San Rafael y Malargüe.

Para la provincia de San Juan se mencionan 3.900 t para 1988, posiblemente de las zonas de Valle Fértil, en el departamento homó-



nimo, donde existen numerosas pegmatitas que se explotan principalmente por mica y de Pie de Palo en el dep. Cauce, aproximadamente 60 km al E de la ciudad de San Juan.

## 12.2. PRODUCCION

En el gráfico 23 se indica la producción nacional para el periodo 1979-1988.

### FELDESPATO Producción Nacional (1979-1988)

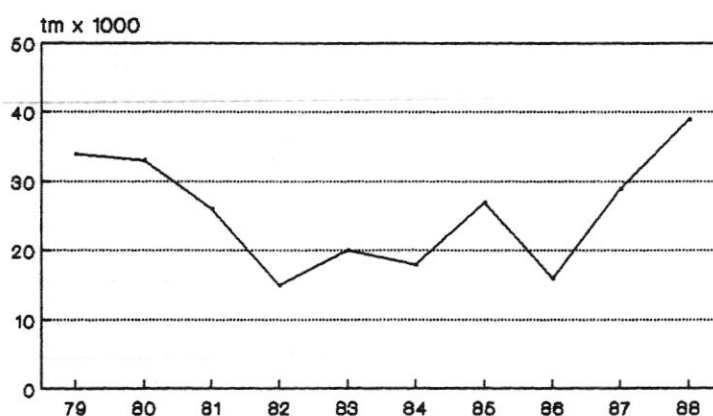


Gráfico 23

En el gráfico 24 se dan los porcentajes por provincias correspondientes a 1988; obsérvese que el 85% corresponde a Córdoba y San Luis.

## FELDESPATO Producción por Provincia 1988

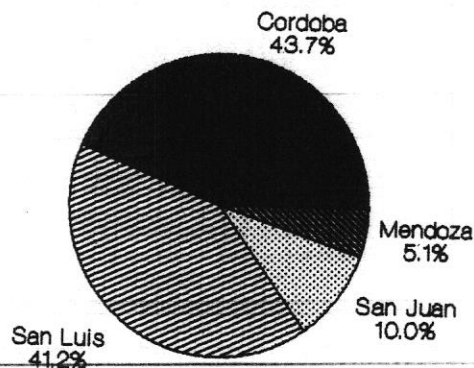


Gráfico 24

### 12.3. USOS

El feldespato es usado principalmente en las industrias del vidrio, cerámica y esmaltes, siendo para las dos primeras preponderante. También ha sido utilizado como carga inerte en plásticos y caucho, como portador en insecticidas, como abrasivo suave, como cemento en ruedas abrasivas y en refractarios antiácidos, en jabones de estregar, polvos limpiadores, etc

Su uso en la industria del vidrio es esencialmente para introducir  $Al_2O_3$  que retarda la desvitrificación y regula la viscosidad, y por su contenido en álcalis disminuye el punto de fusión. Para esta industria se usa feldespato potásico de diversa calidad, el de primera, por ejemplo, debe contener  $K_2O$  entre 11,0 y 12,6% con bajo contenido en  $Na_2O$  2,5 a 3,5%,  $CaO$  menor que 0,04% e hierro menor que 0,1%.

En productos cerámicos el feldespato promueve el sinterizado por liga vítrea de los componentes cristalinos (arcilla, cuarzo,

feldespato); para este uso además del feldespato potásico, tiene aplicación la albita con contenidos de  $\text{Na}_2\text{O}$  entre 5,80 y 8,90% y de  $\text{K}_2\text{O}$  entre 5,90 y 1,60% y bajos porcentuales de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  y  $\text{CaO}$ .

El contenido de feldespato varía con el tipo de material cerámico, siendo muy bajo en cerámica roja, azulejos y porcelana común y aumenta en porcelanas duras y translúcidas, en sanitarios y en pisos cerámicos.

La cantidad de feldespato utilizado en esmaltes es aún mayor; en ellos también imparte buenas propiedades de resistencia, tenacidad y durabilidad a los productos.

En EEUU comercialmente se denomina feldespato potásico cuando  $\text{K}_2\text{O}$  es mayor que 10% y sódico cuando  $\text{Na}_2\text{O}$  es mayor que 10%. En nuestro país se denomina feldespato sódico a materiales con  $\text{Na}_2\text{O}$  entre 5,80 y 8,90%; la composición química y el grado de molienda es otro factor comercial.

### 13. FLUORITA

La fluorita (=espato fluor) es un mineral cuya composición química es  $\text{CaF}_2$  que contiene Ca 51,33% y F 48,67%.

Son muy característicos sus cristales cúbicos, a veces con los vértices o aristas facetadas, también se presenta en agregados masivos, granulares gruesos y finos. Cuando se lo golpea se parte según planos definidos que corresponden a las caras de un octaedro y su dureza es igual a 4, puede ser rayado con un cortaplumas. Tiene brillo vítreo y es transparente a translúcido; su color varía mucho, los más comunes son verde claro o púrpura, a veces en bandas, pero además puede ser incoloro, blanco, amarillo, rosa, azul o pardo. Cuando se lo calienta directamente en la llama de un mechero, ésta toma color rojizo debido al calcio.

#### 13.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

La fluorita es un mineral relativamente común en nuestro país y se presenta en las provincias de Catamarca, Córdoba, Chubut, La Rioja, Mendoza, Río Negro, San Juan y San Luis.

Los depósitos corresponden a los denominados hidrotermales, en especial epitermales, son vetiformes y en algunos casos alcanzan dimensiones muy significativas tanto en la longitud como en la potencia de las estructuras mineralizadas. En la figura 3 se representan las principales áreas con fluorita del país.

Provincia de Catamarca. En esta provincia se registran minas de fluorita ubicadas en el faldeo oriental de la sierra de Ancasti, unos pocos km al O de la localidad **El Alto**. Las vetas están emplazadas en el basamento granítico con potencias comprendidas entre unos pocos cm y 2 m; las minas principales son Dal, Cora y

Elena, entre otras.

**Provincia de Córdoba.** Los depósitos de fluorita ocupan un área extensa dentro del ambiente de las Sierras Pampeanas de esta provincia desde la latitud de la localidad de Berrotarán hasta la de Soto. En esa extensión existen varios sectores conocidos como Cavalango, Laguna Brava, Saida, Cerros Negros, Bubú y Cruz de Caña, cuyas vetas se alojan en las rocas del basamento cristalino.

**Cavalango.** Este distrito se ubica al O del Lago San Roque; la mayoría de las minas se encuentran a una distancia comprendida entre 6 y 15 km de Villa Carlos Paz destacándose La Buenaventura, La Nueva y 20 de Septiembre. Algo mas al O, a unos 45 km de dicha localidad, se encuentran La Blanca, Santa Teresa y Los Pinos. Se trata de depósitos epitermales encajados en granitos cuyas potencias oscilan entre 0,2 y 1,1 metros.

**Laguna Brava.** Este distrito dista 9-14 km de Cosquín siendo las minas principales Cachito y La Mandinga. Los depósitos se alojan en esquistos gnéisicos próximos al contacto con el granito; los cuerpos mineralizados tienen hábito bolsoneo con potencias comprendidas entre 3 y 6 metros.

**La Saida.** Este sector se localiza 7 km al ONO del pueblo Alpa Corral en un ambiente de metamorfitas intruidas por granito donde se encuentra la mina homónima con el sector; el depósito es vetiforme y tiene potencias variables entre 0,60 y 0,70 m, llegando ocasionalmente a 1,40 metros.

**Bubú.** En esta zona se destaca la mina homónima; la veta está alojada en granito, tiene estructura bandeada y espesores del orden del metro pero presenta ensanchamientos de hasta 3,6 metros.

**Cerros Negros.** Este sector se encuentra 40 km en línea recta al O de la localidad de Berrotarán; las minas más conocidas son Cerros

Negros, San Cayetano y San Guillermo, entre otras. Las vetas están incluidas en granito con espesores variables entre algunos decímetros y 3 metros.

**Cruz de Caña.** Se ubica al SSO del pueblo Río de Los Sauces, sobre la ruta provincial 23, en el faldeo oriental de la sierra de Comechingones. En él se encuentra la mina Francisco unos 16 km al SO del cerro San Lorenzo; presenta 2 vetas emplazadas en granito cuyas potencias varían entre 1,30 y 3,10 metros.

**Provincia del Chubut.** Los depósitos de fluorita se encuentran en el extremo NE, en el límite con Río Negro, donde se continúan hacia el N hasta la latitud de Sierra Grande, constituyendo en su conjunto el área más importante del país.

En ésta provincia los sectores mineralizados más conocidos son Guanacote, Primera Esperanza, El Moro, Grupo Carmen, Flamenco y Gumersindo, todos ellos ubicados en el ambiente del Macizo Norpatagónico y emplazados en pórfiros cuarcíferos del Complejo Porfirítico (Triásico superior ?); son depósitos vetiformes epitermales y la fluorita es de grano fino a grueso.

**El Moro.** Esta zona está ubicada 80 km hacia el E de la localidad de Telsen; se encuentran 12 vetas en dos sistemas diferentes, incluidas en pórfiros cuarcíferos cuyas potencias varían entre 0,9 y 2,0 metros.

**Guanacote.** Se localiza 145 km al NO de Puerto Madryn; las vetas están alojadas en rocas porfíricas ácidas con potencias variables entre 0,15 y 1,50 metros.

**Primera Esperanza.** Ubicada 165 km al NO de Trelew ; presenta vetas de fluorita agrupadas en dos cuerpos principales irregulares con potencias comprendidas entre 0,10 y 1,80 m y bolsones que superan los 4 metros.

**Grupo El Carmen.** Dista unos 100 km en línea recta al NO de Puerto

Madryn. Comprende 3 cuerpos fluoríticos emplazados en una gran falla que atraviesa el pórfiro; la potencia promedio es de 2,5 metros.

Unos pocos km al SE de este grupo se ubica el depósito conocido como Flamenco y 10 km al NO de aquel, el sector denominado Gumersindo.

**Provincia de La Rioja.** Existen varias zonas con mineralización emplazadas en el ambiente de Sierras Pampeanas. En el cerro Chus Chus aparece sólo fluorita, en cambio en los distritos Cerro Aspercito, Bajo de Las Minas, Agua Quemada y Talampaya se presenta asociada con baritina.

**Cerro Chus Chus.** Se ubica al E del cerro Cuminchango unos 175 km al N de Villa Unión, cerca del límite con Catamarca. La mineralización se presenta en fallas y diaclasas y eventualmente en brecha de chimenea; se trata de depósitos hidrotermales de alta temperatura, con potencias de veta variables entre 1 y 1,5 m que ocasionalmente llegan hasta los 10 metros.

La localización y características de los 4 distritos restantes han sido dadas al tratar el mineral baritina.

**Provincia de Mendoza.** Existen dos distritos principales, 25 de Mayo-Piedra de Afilar y La Escondida. El primero se ubica en las márgenes del río Diamante, a la altura del dique Agua del Toro, unos 70 km al ONO en línea recta de San Rafael. El distrito La Escondida ocupa una franja de rumbo NO-SE aproximadamente, de 25 por 6 km de ancho, localizada unos 100 km en línea recta al S de El Nihuil; el extremo SE se halla unos 7 km al NO de la localidad Agua Escondida.

También se cita un tercer distrito denominado San Ignacio, ubicado 35 km al SO de la ciudad de Mendoza y 3 km al O de La Cruzcita.

**Distrito 25 de Mayo-Piedra de Afilar.** Existen 6 minas principales:

Los Dos Amigos, Los Tolditos, Huaraytá y Austeridad al N del río Diamante, y Gibraltar y La Esperanza al S del mismo; las tres primeras están incluidas en rocas porfiríticas (Triásico inferior) y las restantes en lutitas, arcilitas y areniscas (Carbónico superior).

Se trata de vetas cuyo espesor varía entre 0,15 y 1,25 m y que alcanzan en algunos bolsones potencias de hasta 7 metros.

**Distrito La Escondida.** Es el más importante de la provincia siendo las minas principales: Don Mario, Buena Esperanza, La Catita, La Calandria, San Juan, Gratitud, Prodigio, Elsiren, La Laurita, Liana, Pebeta y Los Corrales, entre otras.

Se trata de cuerpos vetiformes hidrotermales alojados en pórfiros graníticos (Pérmico superior) y sedimentitas (Carbónico superior). La potencia de las vetas varía entre 0,15 y 1 m, excepcionalmente llega a 2,5 m y a veces se presentan lentes de mayor espesor.

**Provincia de Río Negro.** Existen 3 áreas que contienen depósitos de fluorita conocidos como Sierra Grande, Valcheta y Los Menucos donde hay una gran cantidad de minas y manifestaciones.

**Sierra Grande.** Este sector ocupa un área de 800 km<sup>2</sup> en el departamento San Antonio, en el extremo SE de la provincia, continuando hacia el S con el ya citado en la provincia del Chubut.

Los yacimientos se pueden agrupar en 8 sectores o grupos conocidos como Delta, Anastacio, Las Mellizas, María Isabel y Facundo, Lechoza, Navidad 65, Boccadirio y Reyes. Practicamente todos ellos se alojan en pórfiros cuarcíferos con excepción de las vetas del grupo Las Mellizas que lo hacen en calizas y las del Reyes que intruyen en granito.

El grupo **Delta** se ubica 19 km al S de Sierra Grande y está compuesto por 3 minas: Delta, Mon Amí y Portentosa; las potencias



mayores se registran en la primera, donde alcanzan un máximo de 10 a 12 m siendo el valor medio de 4 m, en las dos restantes el espesor es del orden de 1 metro.

El grupo **Anastacio** se encuentra 38,5 km al SSD de Sierra Grande, donde se registran las minas Roberto, Oscar y La Escondida. Las vetas tienen una potencia comprendida entre 0,4 y 1,0 m llegando hasta 6 m en la citada en último término.

**Las Mellizas** se ubica 15 km al S de Sierra Grande; se trata de una mineralización que reemplaza una caliza intercalada entre vulcanitas con potencias que oscilan entre 0,30 y 0,50 metros.

El grupo **María Isabel y Facundo** se halla a la altura del km 1.278 de la ruta nacional 3; tienen una potencia comprendida entre 0,30 y 2,50 metros.

El grupo **Lechoza** se ubica 23 km al OSO de Sierra Grande; las vetas tienen espesores de 2 a 3 m que alcanzan los 6 m en la porción oriental.

El sector **Navidad 65** está 94 km al O de Sierra Grande donde existen varias fracturas mineralizadas con potencias variables entre 0,5 y 1,10 m que en algunos tramos llegan hasta los 2,40 metros.

La mina **Boccadirio** está 20 km al OSO de Sierra Grande; la veta presenta una potencia generalmente comprendida entre 0,7 y 3 m con un máximo de 6 metros.

El grupo **Reyes** se encuentra 57 km al ONO de Sierra Grande. Existen dos vetas que como ya se indicó, están incluidas en granito y también en el contacto de éste con cuarcitas; la primera se emplaza en una zona de cizallamiento que tiene 10 m de ancho y la segunda tiene un espesor de 10 a 40 centímetros.

**Valcheta.** Este distrito se encuentra en el departamento homónimo;

los depósitos principales se conocen como Malena, Chanchín, E. Morgan y Puerto San Antonio.

La mina Malena se halla 25 km al NNO de Valcheta, el depósito está emplazado en granito (Pérmico); existen dos vetas con potencias variables entre 0,80 y 1,50 metros.

La mina Chanchín está ubicada 18 km al SO de Valcheta y presenta 2 vetas emplazadas en filitas, cuarcitas, esquistos y pórfiros cuarcíferos; los cuerpos mineralizados forman bolsones que alcanzan los 3,5 m de espesor.

La mina Puerto San Antonio se ubica 3 km al NE de la estación Musters en el dep. Valcheta. El depósito está emplazado en una arenisca tobácea y presenta una veta principal y dos secundarias con potencias que varían entre 0,6 y 3 metros.

**Los Menucos.** Este distrito se encuentra en los departamentos 9 de Julio y 25 de Mayo; los depósitos están comprendidos en un radio de 50 km de la población Los Menucos y las minas principales son La Alegría, Don Gregorio, Los Amigos, Doña Felisa y Vale Ma.

La mina La Alegría está ubicada 24 km al S de Los Menucos; se trata de una veta encajada en pórfiros cuarcíferos grises que tiene un espesor general de 1 a 2 m, si bien en algunos sectores alcanzan hasta los 8 metros.

Dos Amigos se localiza 6 km al E de la anterior y su veta está emplazada en igual roca; presenta un espesor promedio variable entre 1 y 1,5 m pero en algunos bolsones alcanza los 4 metros.

Doña Felisa está 41 km al ESE de Los Menucos; la veta está incluida en riolitas y tobas vítreas silicificadas, la potencia de los sectores mineralizados llega hasta 27 metros.

Vale Ma se encuentra 25 km al NE de Los Menucos; la veta también se emplaza en pórfiros cuarcíferos y presenta espesores que varían entre 0,8 y 2,5 m alcanzando en un bolsón a valores de hasta

5-6 metros.

La mina Don Gregorio se localiza 30 km al O de la misma localidad que la anterior; la mineralización se concentra en 5 cuerpos lentiformes cuyas potencias varían entre 2 y 5 metros.

Finalmente, en La Bienvenida, que dista 57 km al NO también de Los Menucos, se encuentran 2 vetas incluidas en tobas brechosas con espesores comprendidos entre 0,2 y 0,7 metros.

**Provincia de San Juan.** Existen dos áreas con mineralización de fluorita epitermal: **Marayes y Pata de Indio.**

La primera, ubicada en el departamento Valle Fértil, se encuentra en el complejo de metamorfitas de la Sierra de la Huerta, en el ambiente de Sierras Pampeanas. El principal depósito se halla en la mina Ruth Stella, 23 km al N de la localidad de Marayes; la veta se aloja en esquistos biotíticos y gnéisicos y tiene espesores que oscilan entre 1,3 y 7,5 metros.

El distrito Pata de Indio dista 115 km al O de la ciudad de Jachal, en el faldeo SSE del cerro Arrequintín, en el ambiente de la Cordillera Frontal. Existe un conjunto de vetas subparalelas alojadas en areniscas y limolitas marinas (Carbónico-Pérmico) con espesores variables entre 0,10 y 1,50 m. Las principales minas son Verónica, Blanca, Ingeniero Galay, Omar Osvaldo, Roma y Enero que se distribuyen en un área de 6 km<sup>2</sup>; los yacimientos son de tipo epitermal y están relacionados con una intrusión de riolitas triásicas.

**Provincia de San Luis.** Existen dos sectores con mineralización de fluorita conocidos como San Martín y Río Seco.

El distrito **San Martín** se encuentra unos 9 km en línea recta al O de la localidad homónima y comprende las minas Asturiana, Azabache, La Pura y Pochita entre otras, emplazadas dentro de un

círculo de unos 6 km de diámetro, en el área de contacto entre granito y micacitas gnéisicas del basamento metamórfico; las vetas de las dos primeras minas están incluidas en granito y las correspondientes a las restantes en la metamorfita, cuyas potencias están comprendidas entre 0,15 y 1,20 metros.

El distrito **Río Seco** está ubicado en el extremo NE de la provincia, unos 30 km al E de Concarán, en el límite con la provincia de Córdoba. Comprende los depósitos La Marquesa, Don Huberto y La Italo-Argentina en la quebrada del Río Seco, todos emplazados en granito. Esta última es la continuación de la mina Bubú de la provincia de Córdoba.

Estos cuerpos son esencialmente vetiformes con espesores que alcanzan hasta 5 y 15 m, si bien en algunos sectores la mineralización aparece difundida en una compleja red de venillas

### 13.2. PRODUCCION

La producción total de fluorita a nivel nacional se indica en el gráfico 25, en el cual se da la variación entre 1979 y 1988. En ese período los tonelajes se mantuvieron entre 20.000 y 40.000 toneladas aproximadamente, pero en el año 1987 se registró un máximo cercano a las 55.000 toneladas.

## FLUORITA Producción Nacional (1979-1988)



Gráfico 25

En el gráfico 26 se indica la producción de fluorita del año 1988 por provincia, expresada porcentualmente. Obsérvese que para ese año las producciones de Río Negro y Chubut sumadas alcanzan al 80,5% del total; otros se refiere a Mendoza y San Juan.

## FLUORITA Producción por Provincia 1988

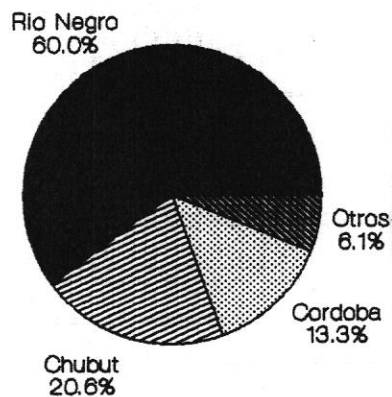


Gráfico 26

### 13.3. USOS

Comercialmente se conocen 3 tipos de fluoritas denominadas de grados metalúrgico, cerámico y ácido.

En la fluorita de **grado metalúrgico** el contenido mínimo de fluoruro de calcio debe estar comprendido entre 85 y 95% admitiendo como máximo de  $\text{SiO}_2$  entre 3 y 8 %; sin embargo para esta fluorita la ley se califica como **grado efectivo** (diferencia entre el contenido en  $\text{CaF}_2$  y 2,5 veces el contenido en  $\text{SiO}_2$ ) el cual oscila entre 65 y 75% de  $\text{CaF}_2$ ; para algunos usos se establecen porcentajes específicos de esas variables. La granulometría debe estar comprendida entre 25 y 38 mm y tanto el azufre (como sulfuro) y el plomo deben ser menores que ciertos límites.

La fluorita de **grado cerámico** debe contener entre 93 y 95% de  $\text{CaF}_2$ , menos de 2,5 a 3% de  $\text{SiO}_2$ , menos de 0,10 a 0,14% de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y menos de 0,5 a 0,1% de  $\text{CaCO}_3$ , se aceptan sólo trazas de sulfuros de cinc y plomo u óxidos de manganeso.

La fluorita de **grado ácido** debe contener como mínimo 97% de  $\text{CaF}_2$ , no más de 1 a 1,5 % de  $\text{SiO}_2$ , menos de 0,03 a 0,1% de S (como sulfuro y/o azufre libre) y un máximo de  $\text{CaCO}_3$ , entre 1 y 1,25%.

En el país también se menciona el grado cristalería para el cual se exige 75 a 85% de  $\text{CaF}_2$ , y máximos en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  de 20, 0,2 y 1 % respectivamente.

La fluorita de grado metalúrgico es utilizada en la producción de aceros, como componente inerte en los lechos de fusión y como fundente escorificante; también se la utiliza en la fundición de hierro. Las innovaciones tecnológicas, tanto en diseño como en tipo de hornos, provocaron la disminución de consumo de fluorita para este ítem. Asimismo se la usa en la fundición y refinado de minerales de

plomo, cobre, antimonio, etc.

La fluorita de grado cerámico se emplea para la fabricación de fibras de vidrio, vidrios opalescentes blancos y coloreados y en esmaltes, en diversos productos cerámicos y para cubrir artefactos de uso doméstico e industrial, etc.

La fluorita de grado ácido se utiliza para producir ácido fluorhídrico, haciéndola reaccionar con ácido sulfúrico. Este ácido es utilizado en la producción de fluor elemental, obtenido por la electrólisis del mismo, y en una variedad de compuestos químicos.

El fluorhídrico también se emplea para producir fluoruro de aluminio y criolita sintética ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) que se utilizan en la obtención de aluminio mediante electrólisis a partir de alúmina.

Tanto el ácido como el fluor se usan además, en la producción de otros importantes compuestos tales como hexafluoruro de uranio (para concentrar  $\text{U}_{235}$ ), productos farmacéuticos, insecticidas, gases refrigerantes (freones y actones), plásticos fluorados (teflon) y otros productos químicos orgánicos fluorados.

#### 14. SULFATO DE ALUMINIO

Los principales minerales que se explotan para la producción de sulfato de aluminio son **alunógeno, halotrichita y pickeringita.**

El alunógeno es  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ , que contiene  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14,90%,  $\text{SO}_3$  35,09% y  $\text{H}_2\text{O}$  50,01%; el mineral se presenta generalmente en masas fibrosas o costras, es blando, tiene dureza 1,5 a 2 y su brillo es sedoso.

Los cristales idiomorfos son incoloros y transparentes, en cambio los agregados, son blancos con tonalidades amarillentas o rosadas; tiene un marcado sabor ácido y es fácilmente soluble en agua.

En la naturaleza el contenido de agua del mineral puede disminuir en varias moléculas dependiendo de la temperatura y la humedad, aparentemente sin destrucción de la estructura cristalina.

La pickeringita es  $\text{MgAl}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$  y contiene  $\text{MgO}$  4,69%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  11,87%,  $\text{SO}_3$  37,29% y  $\text{H}_2\text{O}$  46,15%; la halotrichita es  $\text{Fe}^{II}\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 22\text{H}_2\text{O}$  y contiene  $\text{FeO}$  8,07%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  11,45%,  $\text{SO}_3$  35,97% y  $\text{H}_2\text{O}$  44,51%.

Ambos minerales presentan sustitución entre sus elementos divalentes formando una serie completa de solución sólida. Cuando el mineral tiene más magnesio que hierro se lo denomina pickeringita y viceversa halotrichita.

Las características son muy semejantes, ambos minerales se presentan en individuos aciculares o como agregados radiales o entrelazados de cristales finos. La dureza es 1,5, son frágiles, tienen fractura concoidal y brillo vítreo; son incoloros a blanco puro con tintes amarillentos a verdosos o rosados. Tienen propiedades astringentes y son muy solubles en  $\text{H}_2\text{O}$ ; la densidad del miembro



ferroso es bastante mayor que la del magnesiano y esto permite la identificación de ambos.

Si bien los minerales que se explotan son los tres mencionados anteriormente, el producto que se comercializa después del procesamiento de los mismos se denomina sulfato de aluminio.

#### 14.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

Provincia de San Juan. Los únicos depósitos conocidos de sulfato de aluminio que existen en el país se ubican en esta provincia, ver figura 4.

Existen 4 áreas con los sulfatos mencionados, dos de ellas en el departamento Calingasta y las restantes en el Iglesia; Calingasta y Alumbreira en el primero y Rodeo y Valle del Cura en el segundo.

**Area Calingasta.** Se encuentra en las inmediaciones de la localidad homónima, cerca de la confluencia de los ríos Castaño y de Los Patos; está delimitada al N y al O por la ruta provincial 20 desde el km 110 hasta el 146 aproximadamente y al E por la sierra del Tontal. Esta zona tiene una extensión de 20 km en dirección N-S y 15 km E-O y está emplazada en el ambiente de la Precordillera.

Los sectores mineralizados están alojados en fracturas que afectan a las lutitas y limolitas negras y grises del Ordovícico (Formación Alcaparrosa); forman cuerpos de variadas dimensiones compuestos por alunógeno y pickeringita predominantes y halotrichita subordinada.

La formación de los sulfatos se atribuye a la acción de soluciones de ácido sulfúrico, generadas por la meteorización de pirita y otros sulfuros, que actuaron sobre las lutitas. El número de los depósitos y de las minas registradas es grande; existen varias plantas de tratamiento. Entre las minas pueden citarse La Chelita, Lolita, La Ilusión, Don Antonio, Franklin, San Sacarías, Juanita,

Sauce, San Pablo, Graciela, Vieja, Cerro Blanco, etc.

**Area Rodeo.** Se encuentra también en el ambiente de precordillera y está localizada en el cerro Alumbre, al N del río Jachal, unos 6 km al NE de la localidad de Rodeo.

Las rocas aflorantes en el distrito son semejantes en composición y en edad a las indicadas para el área anterior, siendo aquí también las lutitas oscuras las portadoras de los sulfatos; las últimas contienen cantidades apreciables de sulfuros cuya alteración produjo el ácido sulfúrico que al actuar sobre las rocas aluminosas generó pickeringita, alunógeno y halitrichita. En esta área hay numerosas minas registradas.

**Area Alumbreira.** Se encuentra unos 45 km al O de la localidad de Calingasta en la región comprendida entre los ríos Calingasta al N y Ansilta al S.

En este distrito, emplazado en la Cordillera Frontal, predominan rocas andesíticas y dacíticas del Terciario inferior.

Existen tres sectores mineralizados, uno en las proximidades de la junta del río Totorá con el arroyo Alumbreira, a ambos márgenes del río Calingasta, otro se sitúa aguas arriba del arroyo Alumbreira a 6 km de esa confluencia, y el tercero al SO de los anteriores.

La mineralización está compuesta por alunógeno y halotrichita y se aloja en las rocas volcánicas indicadas, que contienen pirita y otros sulfuros diseminados. Los sulfatos se concentran en los lugares donde las rocas están más fracturadas y fuertemente alteradas. Entre las minas pueden mencionarse: Santa Rosa, 25 de Mayo, Alma, Piedra I y II, El Volcán, El Morro, Cerro Colorado, La Soledad, La Resurrección y otras.

**Area Valle del Cura.** Está ubicada en la Cordillera de Colangüil en la margen derecha del valle del Cura, sobre los arroyos Colangüil

y el Jahuelito en el cerro que tiene este mismo nombre; los sulfatos de aluminio están asociados con las manifestaciones de azufre que existen en ese lugar. La roca es una brecha andesítica y el mineral predominante es pickeringita; se trata de una zona poco explorada.

#### 14.2. PRODUCCION.

En el gráfico 27 se indica la producción total entre 1979 y 1988. La producción nacional se ha incrementado marcadamente desde el año 1981; en este año el tonelaje fue de 4.000 toneladas mientras que en 1988 alcanzó a 71.000 toneladas.

### SULFATO DE ALUMINIO Producción Nacional (1979-1988)

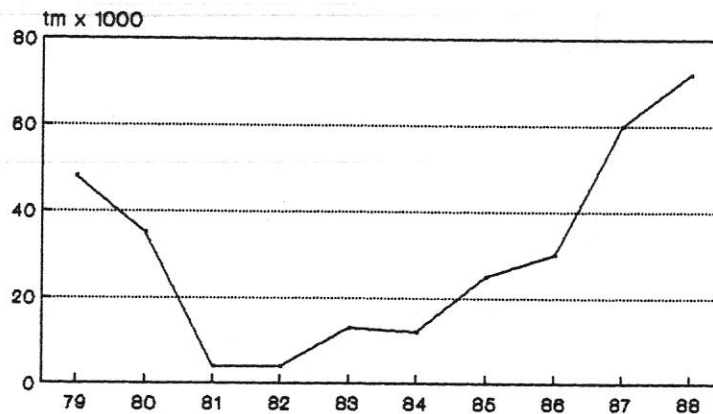


Gráfico 27

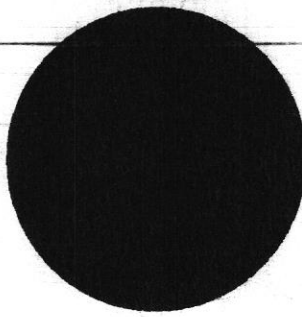
Debe señalarse que el sulfato de aluminio que se consume es en parte importado juntamente con bauxita (esencialmente es  $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$ ) e hidróxido de aluminio, que se destinan a la producción del sulfato por tratamiento con ácido sulfúrico; la importación de estos dos últimos compuestos es significativa.

Para la obtención del sulfato, en nuestro país también se procesa "laterita" de Misiones y, en menor proporción, arcillas

aluminosas. Ambas sustituyen en parte a la bauxita importada.

Como puede verse en el gráfico 28 el total de la producción del sulfato de aluminio natural para el año 1988 corresponde a la provincia de San Juan.

### **SULFATO DE ALUMINIO Producción por Provincia 1988**



San Juan  
100.0%

Gráfico 28

#### 14.3. USOS.

El 75% de la demanda del sulfato de aluminio en la Argentina para el año 1988, se destinó como floculante en plantas potabilizadoras de agua. Para este fin se comercializa el mineral (sólido) con aproximadamente 12% de óxidos útiles totales expresados como  $Al_2O_3$  y también en soluciones con alrededor de 6% de óxidos útiles totales; existen límites para el residuo insoluble, manganeso, etc. Debe señalarse que en este uso puede ser sustituido por  $AlCl_3$ ,  $FeCl_3$  o polielectrolitos.

La industria del papel, para el mismo período, absorbió el 22% de la producción, en la cual se lo utilizó para fijación de colores, carga y encolado; el 15,4% de la última cifra se destinó a papel común, y el resto a papeles especiales.

El 3% restante se usó en la elaboración de compuestos de bario, plomo y calcio, en refinación de petróleo, en curtiembre, como catalizador, como decolorante, etc. Las especificaciones técnicas pueden consultarse en las normas IRAM.

El sulfato de aluminio (sólido) para uso industrial debe tener entre 16 y 14% de óxidos útiles totales expresados como  $Al_2O_3$ ; existen límites para hierro, manganeso e insolubles.

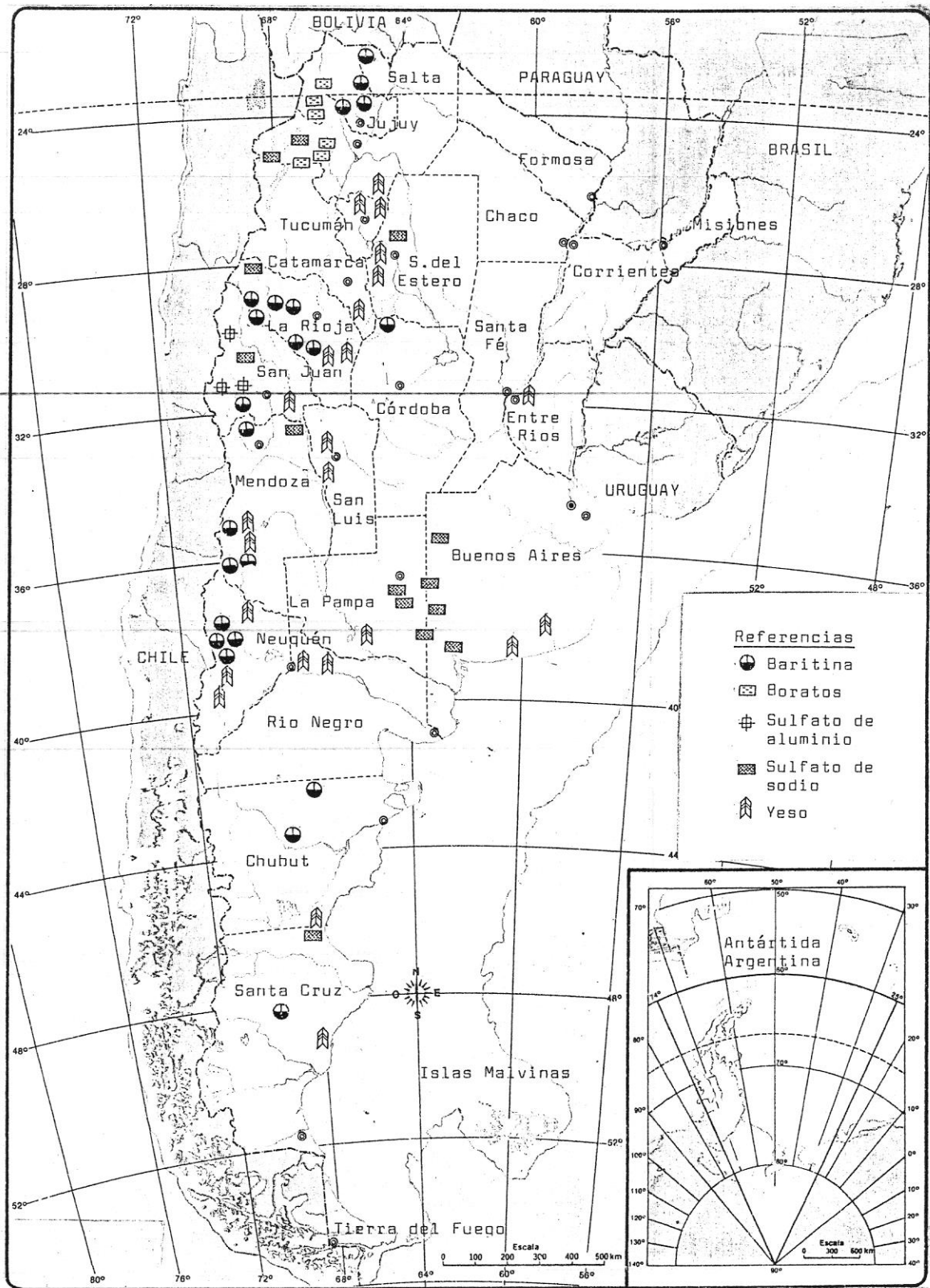


Figura 4. DISTRIBUCION DE LOS DEPOSITOS DE BARITINA, BORATOS, SULFATO DE ALUMINIO, SULFATO DE SODIO Y YESO EN LA REPUBLICA ARGENTINA.

## 15. SULFATO DE SODIO

Los principales minerales de sulfato de sodio que se producen en el país son mirabilita y thenardita.

La mirabilita (=sal de glauber) es  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  que contiene  $\text{SO}_3$  24,8%,  $\text{Na}_2\text{O}$  19,3% y  $\text{H}_2\text{O}$  55,9%; es un mineral incoloro y transparente o blanco y opaco, tiene brillo vítreo y su dureza es de 1,5 a 2. Es muy soluble en agua y su gusto débilmente salino y amargo es característico. Se presenta en cristales prismáticos cortos parecidos a los del borax, como agregados granulares masivos o fibrosos, o bien en costras o eflorescencias. A este mineral habitualmente se lo transforma en sulfato de sodio anhidro.

La thenardita es  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  que contiene  $\text{Na}_2\text{O}$  43,68% y  $\text{SO}_3$  56,32%, es incolora y transparente cuando es pura, en caso contrario es blanca grisácea, amarillenta o parduzca y translúcida; el brillo es vítreo a resinoso, tiene una dureza de 2,5 a 3, se presenta en cristales bipiramidales o tabulares o bien como costras y eflorescencias pulvulentas, es soluble en agua y tiene un gusto débilmente salino.

Estos minerales también son los que se precipitan a partir de salmueras, lo cual depende de la composición de las soluciones y de las condiciones atmosféricas, por ejemplo, cuando la salmuera es relativamente caliente y rica en sulfato y cloruro de sodio precipita thenardita, si la solución es fría y rica en sulfato de sodio precipita mirabilita. Si en la solución existe calcio o magnesio pueden precipitar glauberita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{CaSO}_4$ ) o bloedita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ).

El sulfato de sodio también se genera como subproducto de varias industrias.

### 15.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

El sulfato de sodio se presenta en capas macizas de mirabilita o thenardita como depósitos sedimentarios de precipitación química tal como por ejemplo los depósitos de la provincia de Santa Cruz.

También se obtiene a partir de cuerpos lacustres semipermanentes o temporarios con sulfatos y cloruro de sodio. El mineral precipita durante el invierno en los bordes de las lagunas, como costras o en cristales, o en piletones construidos al efecto; el material obtenido es posteriormente deshidratado en plantas de procesamiento. A este tipo de depósito corresponden las acumulaciones del O de la provincia de Buenos Aires y del E de la provincia de La Pampa.

El sulfato de esas lagunas se acumula por la lixiviación de los sedimentos salobres circundantes, o bien se trata de cuerpos de agua residuales. A veces parece proceder, al menos parcialmente, de aguas surgentes a través de fallas que intersectan cuerpos salinos sepultados. En algunos casos las lagunas tienen en su fondo capas macizas de sulfatos.

En estos cuerpos de agua el sulfato está asociado además de NaCl, con KCl y MgBr<sub>2</sub>. Ciertos autores usan el nombre de sulfateras para este tipo de depósitos.

En casos especiales el agua sulfatada proviene de perforaciones; las salmueras son acumuladas en piletas donde se produce la precipitación del sulfato, tal como en la zona de la Laguna del Hinojo.

En la figura 4 se indica la ubicación de las principales áreas con depósitos de sulfato de sodio.



Provincia de Buenos Aires. Los depósitos de sulfato de sodio se encuentran en la región occidental cerca del límite con La Pampa y corresponden al tipo relacionado con lagunas salobres. Las áreas principales son:

**Laguna del Hinojo.** Se encuentra unos 20 km al O de la ciudad de Trenque Lauquen; el sulfato es obtenido de aguas subterráneas extraídas por bombeo de pozos perforados a 20 m de profundidad aproximadamente. Las aguas son llevadas a piletas en las que se obtiene el sulfato durante el invierno. Las minas citadas, entre otras son, Laguna del Hinojo, Haydée, María y Santa Anita.

**Laguna de Epecuén.** Este cuerpo de agua se ubica inmediatamente al O de Carhué donde se cosecha mirabilita que es procesada para obtener el sulfato anhidro; existen diversos pedidos mineros que cubre 900 hectáreas.

**Laguna de Chasilauquen.** Se halla al sur de la anterior, 16 km al SE de la localidad de Rivera; hay 12 minas mensuradas, entre ellas Laguna Chasilauquen y Laguna Chasilauquen II. La extracción se efectúa manualmente, arrastrando el sulfato en bateas por medio de tractores o bien se succiona el agua mineralizada, la cual es bombeada a piletones donde precipita el mineral; el tratamiento para obtener la sal anhidra es realizado en Guatraché.

**Laguna La Castellana.** Se localiza al NE de Villa Iris, unos 10 km al E de J. Arauz.

**Laguna Choique.** Se ubica 16 km al SO de la estación Nueva Roma del FCNGR donde se registran las minas La Lydia y Nueva Roma; la extracción se efectúa con rastrillos en todos los sectores de la laguna.

**Laguna Chasicó.** Dista 40 km en línea recta al ONO de Médanos; se trata de un cuerpo de agua residual que contiene sulfato y cloruro de sodio.

**Salinas Chicas.** Se halla 12 km al N de la estación Nicolás Levalle;

se trata de un cuerpo de agua residual que contiene un volumen considerable de sulfato y cloruro de sodio disueltos y que se explota por éste último.

**Salina de Piedra o de Cagliari.** Se encuentra emplazada 14 km al NO de la estación Cardenal Cagliari; tiene importantes reservas de sulfato y cloruro.

Finalmente debe mencionarse el cuerpo salino **Elchi**, unos 15 km al O de la Laguna Chasicó y 30 km al SO de la estación Rondeau del FCNGR.

**Provincia de La Pampa.** Los depósitos se ubican en la región oriental de la provincia; son similares a los indicados para Buenos Aires, siendo las áreas principales las siguientes:

**Laguna del Parque Luro.** Este cuerpo de agua salino está 13 km al sur de la ciudad de Santa Rosa; presenta un importante contenido de cloruro de sodio y moderado de sulfatos.

**Laguna San Marcos.** Ubicada 12 km al N del pueblo de Quehué.

**Laguna Guatraché.** Se encuentra 10 km al S del pueblo de igual nombre; en el piso de la laguna existe una capa de sulfato de sodio. Hay numerosas pertenencias, en el sector NE se encuentran las minas El Trabajo, Guitle, El Porvenir, Jorgito, La Marta, Nachuel, Don Juan, Joly, La Esperanza y otras; el material extraído se procesa en Guatraché.

**Laguna Salitrosa.** Esta laguna se ubica 35 km al SO de Guatraché sobre la ruta provincial 2; en el sector E se explota la mina San Benito que tiene una costra salina de algunos centímetros de espesor. La extracción es manual y el material también es tratado en Guatraché.

**La Fortuna.** Se localiza 8 km al NE de Bernasconi y 1 km al N de la ruta nacional 35; en ella se encuentra la mina La Esperanza.

**Villa Alba.** Está 7 km al Sur de San Martín donde se ubican las minas El Progreso y Villa Alba.

**El Pioner.** Se halla 4 km al N de San Martín; en la parte oriental se registran las minas Claribel, El Insobornable, El Pioner y La Arrepentida. El sulfato se presenta en planchas de algunos centímetros de espesor.

**Laguna de Los Flamencos.** Esta laguna está 7 km al NNO de San Martín, en ella se registran las minas Bizet y La Escondida. El mineral se explota en el borde oriental donde se presenta en planchas de algunos centímetros de espesor.

**Provincia de La Rioja.** En esta provincia existen dos áreas con sulfato de sodio, Laguna Brava y Salina El Leoncito.

**Laguna Brava.** Esta laguna está unos 60 km en línea recta al NO de Jagüé; el depósito está compuesto por thenardita predominante con mirabilita y halita subordinadas que se formaron a partir de aguas subterráneas. La capa mineralizada tiene una potencia media de 50 centímetros.

**Salina El Leoncito.** Se encuentra 55 km en línea recta al O de Jagüé; el depósito también ha sido formado por aguas subterráneas, siendo los minerales principales halita, mirabilita y thenardita. En la parte central de la cuenca existe una capa de barro salino con NaCl y Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

**Provincia de Mendoza.** Se citan los depósitos ubicados en el extremo NE de la misma en el departamento Lavalle, en el límite con San Juan, entre Encón y San Miguel. La región con sulfato se extiende desde el río Mendoza al O y los bañados (río Desaguaderos) al E y por el N alcanza al río San Juan; además en esta región existen yeseras y salinas.

Los depósitos, conocidos como **distrito San Miguel**, están formados por mirabilita y thenardita, cuya precipitación está

relacionada con el afloramiento de la napa freática; existe renovación de la capa salina. Las minas conocidas son Unión I y II, Martha, María Luisa, San Martín y Guillermo II.

**Provincia de San Juan.** La zona con sulfatos de sodio se encuentra 7,5 km al E de Las Flores, en el dep. Iglesia, en el lugar conocido como Cerro Blanco. El depósito está formado por 5 capas de thenardita, que tienen entre 3 y 15 cm de espesor, intercaladas en 71 cm de arcillas y yeso correspondientes a los estratos Calchaquíes (Plioceno); se conocen 4 minas : Cerro Blanco, La Sulfatera, La Argentina y Sulfatera del Rosario.

**Provincia de Salta.** Las citas de sulfatos para esta provincia se refieren a los salares Centenario, Rincón, Pocitos, Río Grande y Laguna Socompa.

**Salar Centenario.** Este salar, ubicado 80 km al SE de la estación Salar Pocitos, además de boratos y halita, contiene una capa de 0,30 m de mirabilita en la porción central del borde oriental.

**Salar Rincón.** Está 22 km al O de Olacapato cerca del límite con Chile; en la playa del sector occidental se registran contenidos significativos de sulfato de sodio.

**Salar Pocitos.** La parte N de este salar se ubica 39 km al S de la localidad Cauchari, donde se encuentra la estación Pocitos del FCNGB; en el sector más austral se encontraron depósitos de mirabilita que están cubiertos por la mina María Auxiliadora. El yacimiento tiene una capa horizontal maciza de 0,50 m promedio de espesor. En el sector septentrional del salar, unos 8 km al O de la estación Pocitos también hay "algo" de sulfato de sodio en la mina Emma.

**Salar Río Grande.** Este salar se emplaza 70 km al S de la estación Caipe del FCNGB, cerca de los límites con Catamarca y Chile; en él se registran numerosos pedimentos mineros por sulfato de sodio y

halita. Los depósitos están formados por thenardita y mirabilita; el espesor del manto llega a 1,60 metros.

**Laguna Socompa.** Esta laguna se encuentra 10 km al SE de la estación Socompa del FCNGB; la capa de sulfato tiene "potencias estimadas superiores al metro"; existen dos minas, La Porteña y La Salteña.

**Provincia de Santiago del Estero.** La salina de Huyamanapa, ubicada 10 km al E de la estación homónima y 55 km al N de La Banda, produce NaCl con recuperación de NaSO<sub>4</sub>. La explotación se efectúa a partir de salmueras obtenidas de perforaciones de 30-40 m de profundidad; la surgencia se provoca con inyección de aire comprimido y el agua es recogida en piletas donde se produce la precipitación de mirabilita y thenardita.

**Provincia de Santa Cruz.** En el extremo NE de esta provincia, cerca del límite con el Chubut se encuentran las minas Fátima I y Florentino Ameghino. La primera se encuentra 6 km al O de la ruta nacional 3 y 42 km al S de Comodoro Rivadavia; el depósito es una masa cristalina compacta de mirabilita que tiene 3 metros de espesor.

La Florentino Ameghino se halla entre Pico Truncado y Cañadon Seco, a 6 km de la primera localidad; el depósito tiene dos capas de sulfato de sodio, una de mirabilita(?) cuya potencia mide entre 17 y 50 cm y la otra de thenardita que tiene un espesor de 0,80 a 1,65 metros.

## **15.2. PRODUCCION**

La cantidad de sulfato de sodio anhidro que se produce en el país a partir de fuentes minerales ha declinado marcadamente en los últimos 8 años. En el gráfico 29 se dan los valores correspondientes a los años 1979 a 1988 que representan las producciones combinadas de mirabilita y thenardita obtenidas a partir de capas

macizas y de salmueras; todos los valores son expresados como sulfato de sodio anhidro.

Según la estadística de 1986 el consumo de sulfato de sodio para ese año fué de 25000 toneladas de las cuales el 75% fueron de origen natural, el resto se obtuvo como subproducto de otras industrias.

### SULFATO DE SODIO Producción Nacional (1979-1988)



Gráfico 29

En el gráfico 30 se indican los porcentajes de producción de las provincias para el año 1988.

## SULFATO DE SODIO Producción por Provincia 1988

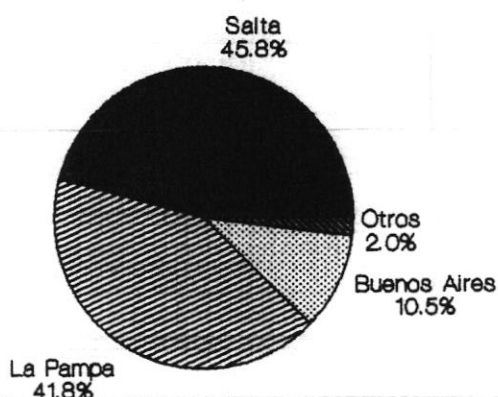


Gráfico 30

### 15.3. USOS

El sulfato de sodio tiene muchos usos industriales, entre los principales deben mencionarse la producción de papel (48%), vidrio (11%), detergentes (22%), compuestos químicos (10%) y en las industrias textil y tintorera (9%); estos son los porcentajes publicados para 1986.

La industria papelera lo utiliza para la preparación de la pulpa kraft, usada en la manufactura del papel marrón, destinado a bolsas, envolturas, etc. También es usado en la fabricación de vidrios ambar huecos que son empleados principalmente en botellas y frascos para la industria cervecera y otras.

Se emplea también en la elaboración de detergentes sintéticos secos y en la preparación de otras sales de sodio tales como sulfuro, carbonato, tiosulfato y alumbre. Asimismo su uso es indicado para la industria textil, en curtiembres y en fertilizantes.

## 16. TALCO

El mineral talco (=esteatita) es  $Mg_3SiO_4(OH)_2$ , que contiene MgO 31,7%,  $SiO_2$  63,5%,  $H_2O$  4,8%; raramente se observan cristales pero se presenta en individuos tabulares con contorno hexagonal, es muy común en agregados masivos foliados o en masas granulares a criptocristalinas, en este caso se lo denomina "soapstone" (=piedra jabón o jabón de sastre). También ocurre como constituyente principal de rocas metamórficas denominadas esquistos talcosos.

Tiene un clivaje basal perfecto que permite obtener láminas flexibles pero no elásticas, su dureza es igual a 1 (puede marcar una tela), su color es verde manzana, blanco y gris, su brillo es perlado a graso, es translúcido, difícilmente fusible e insoluble en ácidos. Es fácil de reconocer por su blandura, su hábito micáceo y su clivaje fácil.

Los talcos industriales generalmente están asociados con actinolita, cloritas, serpentina, carbonatos, opacos y otros.

### 16.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

La mayor parte de los depósitos de talco que tienen importancia económica se presentan en rocas ígneas ultrabásicas alteradas y en calizas dolomíticas modificadas por soluciones hidrotermales posiblemente relacionadas con intrusiones de rocas graníticas, en ambientes de metamorfismo regional o de contacto.

La formación de talco resultaría de una serie sucesiva de alteraciones con intrusión de  $SiO_2$ ,  $H_2O$  y MgO; otros minerales asociados, tremolita, clorita, serpentina y calcita también serían el resultado de la alteración hidrotermal.



En nuestro país los depósitos de talco se localizan en la región Centro-Cuyo en las provincias de Mendoza, San Juan y Córdoba (ver figura 3).

**Provincia de Córdoba.** Las minas de talco de esta provincia están emplazadas en el basamento cristalino metamórfico de la Pampa de Olaen.

Las minas más conocidas son Juancho, La Cuarta y Rosarito.

**Juancho.** Se ubica 10 km al NO de Cosquín, en el dep. La Punilla; el cuerpo mineralizado se aloja concordantemente con las rocas gnéisicas y tiene una longitud de unos 250 m de largo y un ancho variable del orden de 20 m, donde el mineral forma fajas masivas de grano fino de hasta 1-1,5m de espesor.

**La Cuarta.** Se encuentra en la misma área que la anterior; se trata de una faja lenticular uniforme donde alternan capas de enstatita y esquistos talcosos concordantes, de unos 165 m de largo y 40 m de ancho donde se observan masas de talco.

**Rosarito.** El depósito está al S de la anterior y consiste en una lente de 0,5 a 1 m de espesor de enstatita alojada en una anfibolita verde.

**Provincia de Mendoza.** Existen numerosos pedimentos mineros por talco en esta provincia que se ubican en los ámbitos de la Precordillera y la Cordillera Frontal.

En general los depósitos se localizan en fallas que se encuentran en el contacto o cerca de cuerpos de serpentinita con filitas o esquistos micáceos formando "vetas" lenticulares o bolsones de poco recorrido; tienen espesores que varían desde algunos decímetros hasta 6 metros.

**Región Precordillera.** Los yacimientos de esta región se pueden agrupar en dos áreas, Cordón de Bonilla-Sierra de Uspallata y La Cortaderita-Yalguaraz.

**Area Cordón Bonilla-Sierra de Uspallata.** Este sector se ubica unos 40 km en línea recta, al NO de la ciudad de Mendoza y comprende una superficie de 300 km<sup>2</sup>, con 20 km en dirección N-S y 15 en E-O. Hay numerosas minas pero las principales son Bonilla, Carmen, Don Luis y La Flor.

**Bonilla .** Se ubica 25 km al SO de la villa Uspallata, en la margen derecha de la quebrada La Caleta. El cuerpo talcoso tiene entre 2 y 4 m de espesor y está alojado en esquistos sericíticos.

**Carmen .** Se localiza 1.500 m al S de la anterior, también sobre la misma márgen; el espesor del cuerpo es de 1 m aproximadamente.

**Don Luis.** Este yacimiento está 19 km hacia el SE de Uspallata; la potencia del cuerpo es de 4 metros.

**La Flor.** Se encuentra 34 km al NE de Uspallata en el departamento Las Heras; existen 5 cuerpos mineralizados alineados N-S, que tienen potencias que oscilan entre 1,20 y 2,00 m, las longitudes son de 15 a 40 m, pero el más largo alcanza a 80 metros.

**Area La Cortaderita-Yalguaraz.** Este sector se encuentra al N de la quebrada Santa Elena y se extiende desde el faldeo septentrional del cerro Jarillal por el sur hasta el cerro Sapo por el norte. Las minas mas destacadas son, entre otras: María Susana, Rivadavia, La Mendocina, Gobernador Cano y María Isabel y San José.

**María Susana.** Esta mina se ubica 36 km, por caminos, al NE de la Villa de Uspallata; hay varios cuerpos serpentínicos en los que se alojan las concentraciones de talco que tienen espesores de 0,60 a 1,80 m, las longitudes son del orden de 20 a 50 metros.

**Rivadavia.** Se localiza 32 km hacia el NE de la villa citada; se trata de esquistos talcosos que tienen potencias de 0,30 a 1,60 m con pequeños bolsones de talco masivo verdoso.

**La Mendocina .** Este yacimiento se ubica a 21 km, por caminos, de la

Villa de Uspallata, en el dep. Las Heras. En el área aflora una serpentinita encajada concordantemente en metamorfitas y en el contacto de ambas se encuentran depósitos de esquistos talcosos y talco masivo cuyo espesor varía entre 1,4 y 2 m; en algunos sectores hay bolsones de talco de buena calidad.

**Gobernador Cano** . Esta propiedad está 1500 m al N de la anterior, su parte sur colinda con ella; el depósito de talco se aloja en esquistos sericíticos y tiene una potencia de 1,50 a 2 m.

**María Isabel y San José**. Estas minas están cerca del límite con la provincia de San Juan; los espesores son de 1 a 2 m.

**Región Cordillera Frontal**. Esta zona está ubicada en el cordón del Portillo donde se citan dos distritos talquíferos conocidos como Salamanca en el dep. Tupungato y San Pablo en el de Tunuyán.

El distrito **Salamanca** se emplaza al sur del río de las Tunas a unos 30-38 km al O de Tupungato; las minas principales son Teniente Matienzo, Doce Hermanos, Benita, Salamanca, Beatriz y La Torre.

**Teniente Matienzo**. El yacimiento está formado por varios cuerpos de talco alojados en esquistos biotíticos; se registran potencias de 4 metros.

**Doce Hermanos**. Esta mina está ubicada 150 m al SO de la anterior, la roca de campo es también esquistos biotíticos en el que se aloja un cuerpo de talco que tiene espesores de hasta 6 m.

**La Benita**. Se localiza 100 m al S de los 2 yacimientos citados en último término; el depósito se emplaza en esquistos similares y tiene una potencia de 7 metros.

**Salamanca**. En esta mina se encuentran "vetas" de talco, que tienen entre 1 y 1,5 m de espesor, alojadas en el contacto de serpentinitas con esquistos micáceos.

**Beatriz y La Torre**. Existen varios cuerpos de talco con tendencia bolsonea que alcanzan hasta 10 m de espesor incluidas en el contac-

to de metamorfitas con rocas ultrabásicas transformadas en serpentinitas.

El distrito **San Pablo** se localiza, por caminos, unos 32 km al OSO de la villa de Tupungato en el dep. Tunuyán; las minas principales, entre otras, son El Pato y La Pampa.

**El Pato.** Este yacimiento está formado por 4 cuerpos, cuyos espesores varían entre 0,30 y 1,5 m, emplazados en un esquisto anfibólico. Al E de los depósitos de talco aflora una serpentinita de color gris oscuro; aquí se obtiene talco escamoso gris verdoso y otro fibroso de tipo industrial.

**La Pampa.** Se localiza 500 m al N de la anterior; existe un cuerpo de alrededor de 1 m de potencia.

**Provincia de San Juan.** Los depósitos de talco de esta provincia se encuentran en la vertiente occidental de la sierra Pie de Palo, en las quebradas Agua del Gato, La Petaca, La Burra y de la Piedra Pintada.

Se trata de cuerpos lenticulares relacionados con fallas y alojados en serpentinitas o bien en el contacto de estos con micacitas o cuarcitas del basamento o con esquistos anfibólicos.

Las minas más importantes son Don León, en la quebrada citada en primer término y Arcadia y Laprida en La Petaca. Otras ocurrencias son mina Filomena, en la quebrada La Burra y Cerro Alto en la quebrada de la Piedra Pintada.

**Don León.** Se ubica 45 km, por caminos, al NNE de la ciudad de San Juan en el dep. San Martín; el yacimiento está formado por una serie de cuerpos lenticulares de 1,20 a 1,30 m de potencia, pero las concentraciones de talco tienen espesores reducidos de 10 a 50 centímetros.

**Arcadia y Laprida.** Estas minas están unos 54 km, por caminos, al NE

de San Juan, en el dep. Angaco; las "vetas" no son homogéneas y tienen potencias que oscilan entre 0,50 y 8,0 metros.

**Filomena.** Esta mina, como se indicó, está en la quebrada de La Burra que dista 5 km de La Petaca. Los depósitos de talco se presentan en "mantos" de 0,80 m de espesor, alojados en serpentinitas, que a su vez se incluyen en esquistos micáceos.

**Cerro Alto.** Se halla 54 km, por caminos, al este de la ciudad de San Juan, en el dep. San Martín. El depósito se aloja en una anfibolita, controlado por una fractura, y la potencia es de 1 m, alcanzando en algunos bolsones hasta 8 metros.

Desde el año 1956 se ha explotado un depósito ubicado en la provincia del Neuquén a unos 170 km al NNO de Zapala, en el paraje denominado Naunauco donde se encuentran la mina homónima y la Taquimilan. Se trata de un producto que se comercializó como talco industrial o talco cerámico cuando en realidad está compuesto por clorita magnesiana predominante, talco, sericita, etc.

Asimismo, se menciona un material talcoso impuro en la sierra de Ancajón en Santiago del Estero y otro también en San Luis.

## **16.2. PRODUCCION**

La producción nacional de talco para el período 1979-1988 se indica en el gráfico 31.

### TALCO Producción Nacional (1979-1988)

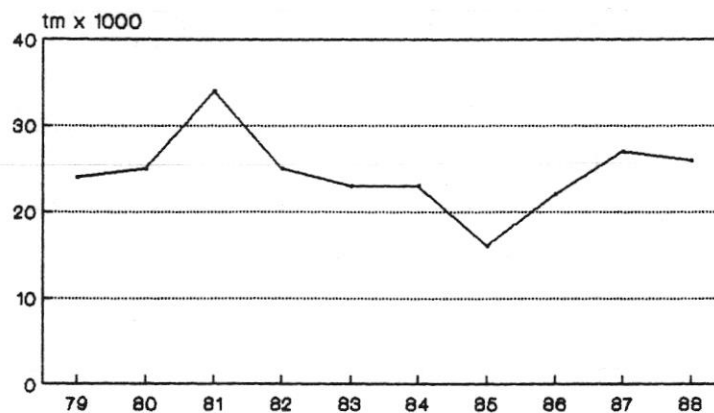


Gráfico 31

La producción por provincia para el año 1988 se señala en el gráfico 32 donde se ve que Mendoza ha generado más del 95% del total.

### TALCO Producción por Provincia 1988

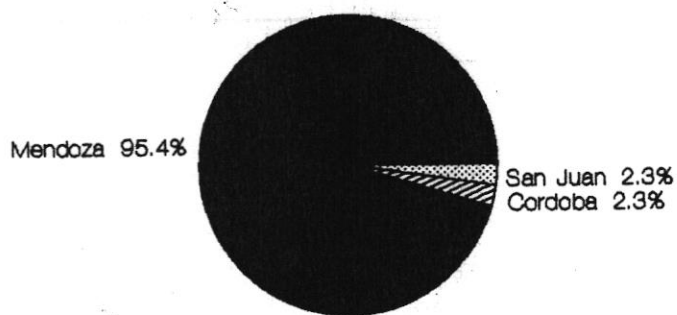


Gráfico 32

### 16.3. USOS

La mayor parte del talco es molido en seco para su utilización; en otros países se efectúa separación por aire y a veces flotación.

Sus propiedades industriales son: muy baja dureza, marcada untuosidad, color blanco cuando molido, poder lubricante, inercia química, alto punto de fusión, bajas conductividades térmica y eléctrica, alto calor específico, escasa contracción al enfriarse y resistencia al choque térmico; es decir presenta cualidades que no suelen aparecer simultáneamente en otros minerales.

La lista de productos en los que se utiliza talco es extensa pero merecen mencionarse: absorbentes para aceites, aisladores eléctricos y térmicos, cartones, apresto y manufactura de cueros, cerámicos (lozas, porcelanas, azulejos, etc), cementos, ceras, cosméticos, fármacos, hules, gomas, masillas, papeles, pinturas, tintas, etc.

En general un talco de alta calidad debe estar libre de granos más gruesos y molido debe ser blanco puro, libre de puntos oscuros; los contenidos en hierro y calcita deben ser muy bajos.

Las diferentes industrias tienen requisitos técnicos y químicos rígidos para los talcos que utilizan, pero la heterogeneidad de los cuerpos hace que no siempre se cumpla con ellas, otorgando cierta flexibilidad a los límites.

En cerámica, el talco confiere resistencia al golpe térmico y baja contracción y se lo usa en porcelanas semivítreas, aisladores para alta frecuencia, azulejos, picos para gas, porcelanas químicas, y accesorios para hornos. Los contenidos de  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$  y  $CaO$  son variables según el uso, aunque hierro y manganeso son objetables; otras veces el contenido de un mineral abrasivo como tremolita es

limitado al 1% en la producción de piezas de extrusión porque desgasta las matrices.

Cuando se lo emplea en pinturas, el color, la inercia química y la absorción de aceite son importantes, pero la presencia de tremolita, antofilita o crisotilo tiende a estabilizar la suspensión de los pigmentos pesados que podrían sedimentar.

En papeles se lo usa como carga para el satinado, compitiendo con el caolín; en este caso en general se exige ausencia de carbonatos, sulfatos de hierro y retención máxima del 0,5% en malla 200.

En gomas se lo utiliza como antiadhesivo, lubricante y carga; en este caso el color no tiene importancia pero cobre y manganeso son muy objetables.

En el talco para cosmética son apreciadas las propiedades de color, untuosidad y buena caída, pero la presencia de crisotilo, tremolita y otras partículas fibrosas son negativas.

Existen normas publicadas por el IRAM y por las diversas cámaras de productores.

En EEDU los consumos por industrias son : cerámica 28%, pintura 18%, papel 17%, techados 11%, plásticos 6% y otros 20%.



## 17. YESO

El mineral yeso es sulfato de calcio hidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) que tiene  $\text{CaO}$  32,6%,  $\text{SO}_3$  46,5% y  $\text{H}_2\text{O}$  20,9%. Es muy blando, tiene una dureza igual a 2, es decir que puede ser rayado con la uña; su color es blanco o gris pero puede tener tonos amarillos, pardos o rojos según sus impurezas, también puede ser incoloro y transparente.

Se presenta en cristales prismáticos o tabulares pero puede ser masivo y granular, con diversos tamaños de grano; forma rocas en las que puede ser predominante, conocidas como yeso o rocas de yeso, y contener cantidades considerables de impurezas tales como calcita o arcillas.

### 17.1. UBICACION DE LOS DEPOSITOS PRINCIPALES

El yeso es un mineral común en la naturaleza y aparece en ambientes geológicos muy diversos, pero los depósitos explotados corresponden a rocas sedimentarias marinas o lacustres, donde aparecen interestratificados con calizas y arcilitas o subyaciendo capas de halita; también se presentan en cuerpos lenticulares o depósitos de arcillas o arcilitas que incluyen bochones o agregados de cristales de yeso.

En nuestro país es un mineral muy frecuente, se encuentran depósitos en 15 provincias (ver figura 4), siendo explotados en la mayoría de ellas.

Provincia de Buenos Aires. Existe un yacimiento de yeso en la zona de confluencia del arroyo Pecado Castigado con el río Quequén Grande, cerca de la localidad J.N. Fernández, donde se registran varias minas, entre otras, J.V. Fernández, Arroyo Zury, Don Pedro y Los Mirasoles. Se trata de depósitos evaporíticos lacustres del Platense

superior, que tienen potencias comprendidas entre 1 y 2 m y que están cubiertos por tierra vegetal con 20 a 80 cm de espesor; son terrosos y muy friables y contienen muchas impurezas: arcillas, arena, calcita y óxidos de hierro. Este material es usado por las plantas de cemento ubicadas en la provincia.

También se encuentran afloramientos similares en las margenes del río Quequén Salado, con potencias comprendidas entre 2,5 y 3 m, y en las inmediaciones de San Cayetano.

**Provincia del Chubut.** En esta provincia se encuentran 2 zonas de interés, una está 43 km al E de Comodoro Rivadavia, al sur del lago Cohué Huapi, y la otra cerca del cerro Tacho, al E del mismo, 75 km al NNO de esa ciudad.

En la primera, conocida como **Ramos**, se observa un manto horizontal con 0,30 a 0,60 m de yeso; en la segunda, denominada **Tacho**, el manto también es horizontal y tiene un espesor comprendido entre 2,5 y 3 m. Ambos depósitos están incluidos en sedimentos del Terciario inferior.

**Provincia de Catamarca.** En la región comprendida entre las localidades de **Albigasta** y **Ramblones**, al E de la sierra de Ancasti, aparecen yacimientos del mineral incluidos en las areniscas y limolitas del Terciario superior. El banco es subhorizontal y tiene entre 0,50 y 0,80 m de potencia, que llega a 1,50 m, donde el yeso se presenta en bochones de 0,30 a 0,50 en una matrix limo-arcillosa parda.

**Provincia de Entre Ríos.** Los depósitos de esta provincia se encuentran principalmente en una franja de 5 km de ancho que se extiende a lo largo de la costa del río Paraná desde la ciudad homónima hasta Hernandarias.

El material se encuentra incluido en lentes de arcilla gris verdosa, localizadas en la Formación Bonpland (Pleistoceno), for-

mando agregados redondeados de cristales denominados bochas; el espesor de las capas yesíferas varían desde 1 a 2 m pero tienen cubiertas considerables de más de 4 metros.

Provincia de La Pampa. Entre la sierra Lihuel Calel y la localidad de Puelches existe una capa "continua" de yeso en la cual se han distinguido 3 horizontes; el superior es pulverulento y tiene entre algunos decímetros y 0,70 m de espesor, el que sigue es similar pero compacto y con espesores entre 25 y 35 cm, y el inferior, que es muy impuro, llega a tener 1,20 m de potencia.

Provincia de Mendoza. En el departamento Malargüe se encuentran 2 zonas principales conocidas como **Campo de los Militares**, ubicada 10-15 km al O de Malargüe, y **Cañada Ancha**, situada unos 40 km al NNO de la misma ciudad. En ellas existen potentes yacimientos evaporíticos, incluidos en los sedimentos del Jurásico superior, asociados con anhidrita, de decenas y hasta un centenar de metros de espesor, de alta ley (90-98 %) y de grano fino. También se encuentran capas yesíferas en el Cretácico medio que tienen de 30 a 40 m de potencia.

Las canteras más destacadas son: Viviana, Santiago, Coihueco, Marín, Las Torrecillas y Estrella del Sur.

Provincia del Neuquén. En esta provincia existen depósitos de yeso de gran magnitud, correspondientes al "Yeso Principal" del Jurásico superior y al "Yeso de Transición" del Cretácico medio y también en sedimentos del Terciario inferior.

Hay tres grandes áreas: **Tromen, Chos Malal-Buta Ranquil y Vaca Muerta**; la primera al E de la zona comprendida entre el volcán Tromen y la laguna Auquilcó, con potencias hasta más de 300 m; la segunda en la región de Chos Malal, con espesores de hasta 100 m; y la tercera Vaca Muerta, que se sitúa 50 km al NO de Zapala, sobre la

ruta 22, donde la potencia alcanza los 100 metros.

**Provincia de Rio Negro.** Los depósitos de yeso de esta provincia se encuentran a lo largo del río Negro, desde las inmediaciones de la localidad de **Cinco Saltos hasta Stafanelli**. Se trata de depósitos que alternan con arcilitas y margas del Cretácico superior, que se presentan como capas subhorizontales, compactas o fibrosas de varios metros de espesor o bien en forma de bochones; el mineral producido es de buena calidad; la cubierta es menor de 2 metros.

Existen varias canteras en esa región, entre otras pueden citarse las siguientes: Corral (en Roca y en Gómez), La Estrella del Sud, Aguada Melleo, Galeano y Pico Blanco. La primera está 9 km al N de Roca, en ella se explota un espesor de 4 m; la otra cantera de igual nombre se encuentra 10 km al N de la Estación Gómez, en ésta el yeso tiene una potencia de 3 metros.

La Estrella del Sud se ubica 17 km al NO de Allen, las denominadas Aguada Malleo se emplazan 23 km al NO de la misma localidad y la cantera Galeano se localiza 10 km al NO de Roca, en todas ellas el banco tiene 3 m de espesor. Y en la Pico Blanco que está 15 km al N de Cinco Saltos, la potencia es de 4 metros.

**Provincia de Santiago del Estero.** La región de la **sierra de Guasayán** se caracteriza por la presencia de numerosos depósitos de yeso intercalados en arcillas verdes del Mioceno que tienen posición subhorizontal. Se observan hasta 3 niveles yesíferos cuyos espesores varían entre 0,15 y 0,90 m, las principales canteras son El Tableado, El Jumial, Santa Rosa, El Galpón, San Martín y Cañada Verde.

**Provincia de San Luis** .En esta provincia existen 2 áreas yesíferas, una ubicada 50 km al NO de San Luis y al E de la ruta 147, y la otra 10 km al sur de la localidad Alto Pencoso. Los bancos de yeso son subhorizontales y se encuentran intercalados en areniscas arcillosas del Cretácico superior-Terciario inferior.

En la región norte se citan las canteras Recomar, Suc. Abeledo, Suc. Garro, Los Cerrillos, etc; los espesores alcanzan los 2 m. En la región sur se destacan las canteras El Lucho y Las Barrancas donde las potencias varían entre 1,20 y 1,50 metros.

Provincia de Tucumán. Los depósitos de yeso se encuentran en 2 regiones, una al N y NE de la ciudad de Tucumán y la otra al SE de la sierra de La Ramada cerca de Burruyacú, intercalados en sedimentos continentales del Mio-Plioceno compuestos por lutitas rojizas y arcilitas verdes.

En la primera se destaca la **Cuenca Vipos-Tapia**, donde hay un área, en el empalme de la ruta nacional 9 y la provincial 341, que presenta 3 bancos subhorizontales con espesores comprendidos entre 1 y 1,35 m. También merecen citarse las canteras de J. Trujillo y A. López, ubicadas en la misma área, donde las potencias varían entre 0,80 y 1,20 m.

En la región de la **sierra de La Ramada**, que se ubica 60 km al NE de Tucumán, existe otra zona de interés.

Otras provincias. En la literatura también se mencionan depósitos de yeso en las provincias de La Rioja, Salta, Santa Cruz y San Juan (ver figura 4).

#### 17.2. PRODUCCION.

En el gráfico 33 pueden apreciarse los datos correspondientes al período 1979-1988. El tonelaje total de la producción nacional es importante y del orden de 500 a 600 mil toneladas por año.

## YESO Producción Nacional (1979-1988)

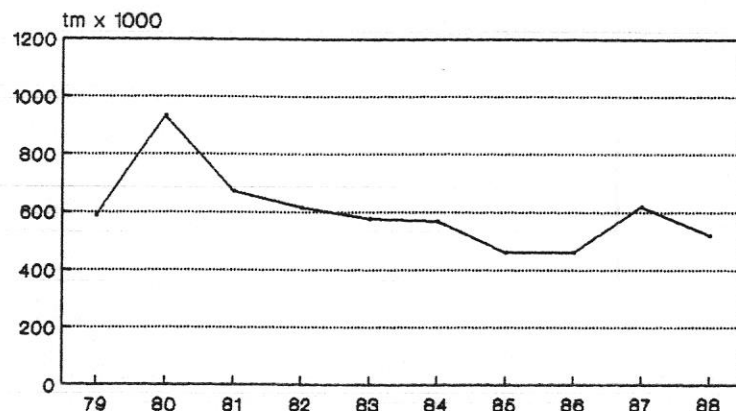


Gráfico 33

En el gráfico 34 se indican para el año 1988 los porcentajes de producción de las provincias donde se explotó yeso durante ese año. Bajo el rubro otros se incluyen las producciones de Catamarca, La Pampa, Neuquén, San Juan y San Luis.

## YESO Producción por Provincia 1988

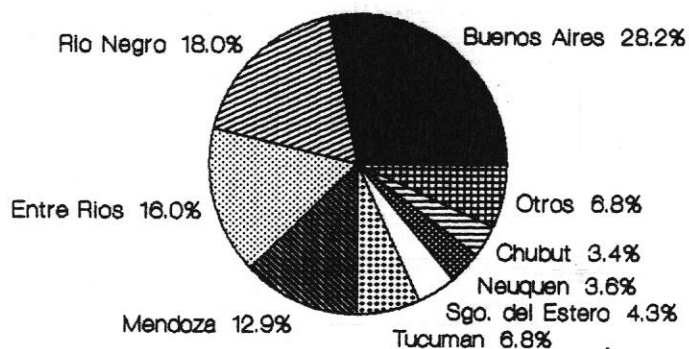


Gráfico 34

### 17.3. USOS

El mineral se utiliza principalmente como yeso crudo en la fabricación de cementos, en construcciones, para moldes de todo tipo y como fertilizante menor. En algunos países también es usado en la producción de ácido sulfúrico. Por otra parte el sulfato de calcio hidratado también se obtiene como subproducto en la industria de los fertilizantes, como resultado del tratamiento de fosfatos cálcicos.

En la Argentina se destina principalmente a la elaboración de cemento y en la construcción. Durante el año 1990 el consumo de yeso para cemento fue de 215.000 t , el porcentaje del mineral es igual al 3,3 % del total de la materia prima usada por esa industria. El yeso actúa como retardador del fraguado del cemento.

El uso en la industria de la construcción es variado. El producto calcinado a 160°C (hemihidrato) se emplea para el acabado de superficies (enlucido) de techos y paredes internas, y mezclado con cemento y arena para superficies exteriores. También es importante en la confección de planchas o placas prefabricadas de yeso (gypsum board) de diversos tamaños, elaboradas con yeso cocido combinado con agua con la adición de otros productos; la mezcla se deposita entre 2 capas de papeles gruesos especiales. Estas placas se utilizan como paredes divisorias, paneles, listones, etc.

En la industria de los fertilizantes el yeso es usado como un nutriente que proporciona calcio soluble y además actúa como corrector.

## 18. OTROS MINERALES NO METALIFEROS

Además de los minerales descriptos en las páginas que preceden, en la Argentina también se producen otros minerales no metalíferos. Ellos son: amianto, arcillas decolorantes, asfaltitas, azufre, calcita, carbonato de calcio, celestina, grafito, mica, ocres, pirofilita, sal común, sulfato de magnesio, vermiculita y zeolita.

La información individual sobre los yacimientos, producción, etc. de cada uno de ellos puede encontrarse en las referencias que se agregan al presente trabajo.



## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Lic. Roberto Hevia, al Ing. Jorge Jaluf, al Dr. Eduardo A. Mari y al Ing. Hugo Nielson quienes leyeron y comentaron varios capítulos del presente trabajo, y a la Sra. Ana Rodriguez Velo la colaboración prestada durante la ejecución del mismo.

## REFERENCIAS GENERALES

1. Angelelli, V. y T. Ezcurra, 1962, Recursos minerales, Consejo Federal de Inversiones, Serie Evaluación de los Recursos Naturales de la Argentina, Tomo VI, Buenos Aires, 297 p.
2. Angelelli, V., I. Schalamuk y A. Arrospide, 1976, Los yacimientos no metalíferos y rocas de aplicación de la región Patagonia-Comahue, Secretaría de Minería, Anales XVII, Buenos Aires, 142 p. + bibliografía.
3. Angelelli, V., I. Schalamuk y R. Fernández, 1980, Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región Centro-Cuyo, Secretaría de Minería, Anales XIX, Buenos Aires, 261 p.
4. Dirección Nacional de Minería, hasta 1988, Estadísticas mineras de la República Argentina, Subsecretaría de Minería, Secretaría de Hidrocarburos y Minería, Buenos Aires.
5. Direcciones provinciales de minería 1991. Padrones mineros editados por cada provincia.
6. Klein, C. y C. S. Hurlbut, 1985, Manual of mineralogy, 20 Edition, J. Wiley and Sons, New York y otros, 596 p.
7. Panorama Minero, 1976-1991, Números 1-160, Buenos Aires.
8. Relatorio del VI Congreso Geológico Argentino, 1975, Geología de la provincia de Buenos Aires, Buenos Aires, 251 p.
9. Relatorio del VII Congreso Geológico Argentino, 1978, Geología y recursos naturales de la provincia del Neuquén, Buenos Aires, 377 p.
10. Relatorio del VIII Congreso Geológico Argentino, 1981, Geología y recursos naturales de la provincia de San Luis, Buenos Aires, 366 p.

11. Schalamuk, I., R. Fernández y R. Etcheverry, 1983, Los yacimientos de minerales no metalíferos y rocas de aplicación de la región NOA, Secretaría de Minería, Anales XX, Buenos Aires, 196 p. + bibliografía.