

## Tesis de Posgrado

# Industria del carbonato de sodio - Método Solvay : materias primas disponibles en el país. Factores económicos para la ubicación de la planta

Vissio, Dardo J. S.

1947

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Química  
de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in [digital.bl.fcen.uba.ar](http://digital.bl.fcen.uba.ar). It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

**Cita tipo APA:**

Vissio, Dardo J. S.. (1947). Industria del carbonato de sodio - Método Solvay : materias primas disponibles en el país. Factores económicos para la ubicación de la planta. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0522\\_Vissio.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0522_Vissio.pdf)

**Cita tipo Chicago:**

Vissio, Dardo J. S.. "Industria del carbonato de sodio - Método Solvay : materias primas disponibles en el país. Factores económicos para la ubicación de la planta". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1947.

[http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_0522\\_Vissio.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0522_Vissio.pdf)

**EXACTAS** UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



**UBA**

Universidad de Buenos Aires

Dr. ... ..  
... ..



... ..  
... ..  
... ..

Dr. ... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..  
... ..

*Emilio ...*

Art. ERMITE  
Delegado Interventor  
*[Signature]*  
Ing. JORGE ...

6211 522

*[Faint handwritten notes and scribbles]*

Rafael H. Calvo

*[Handwritten signature]*

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

INDUSTRIA DEL CARBONATO DE SODIO - METODO SOLVAY.

MATERIAS PRIMAS DISPONIBLES EN EL PAIS.

FACTORES ECONOMICOS PARA LA UBICACION  
DE LA PLANTA.

- -  
.

Tesis presentada por DARDO J.S. VISSIO , para optar al  
título de Doctor en Química.

- -  
-

Laboratorio de Química Industrial de la Facultad de Ciencias  
Exactas, Físicas y Naturales.

Laboratorios de la Armada.

- -  
-

PADRINO DE TESIS

Doctor CARLOS GINI LACORTE

A MIS PADRES

Sean estas primeras líneas, portadoras de mi homenaje de gratitud hacia el Sr. Profesor Dr. Carlos Gini Lacorte, bajo cuya dirección realicé este trabajo.

Sus consejos me allanaron todas las dificultades que se fueron presentando.

Al doctor Fermin E. Sánchez, auxiliar de la cátedra de Química Industrial, debo agradecerle las múltiples atenciones que ha tenido para conmigo, facilitándome en todo momento mis tareas.

Al Director de los laboratorios de la Armada, Dr. Arturo Solari, al Subdirector, Sr. Carlos Rutt, y al Jefe de Sección, Dr. Luis Correa Urquiza, siento la satisfacción de exteriorizarles mi reconocimiento por las facilidades que me brindaron para realizar parte del presente trabajo, en sus laboratorios.

INDUSTRIA DEL CARBONATO DE SODIO - METODO SOLVAY.

La industria cuyo estudio iniciamos, puede, con toda justicia, considerarse como una de las de mayor importancia dentro de las de índole químico.

El carbonato de sodio es, en efecto, una materia prima esencial para una infinidad de industrias. Idea de ello puede darnos las siguientes cifras: su producción anual alcanzó, en el año 1940, a la cantidad de 7.000.000 de toneladas, siendo su principal país productor Estados Unidos de Norte América, con 3.000.000 de toneladas. Le siguieron Gran Bretaña, con 1.500.000 toneladas; Alemania, 1.250.000 Francia, 710.000; Rusia, 570.000; Italia, 387.000; Japón 250.000.

En su tratado de Química Industrial (1), dice F.A. Henglein: " Los " álcalis carbonato de sodio e hidróxido de sodio se preparan en " gran escala del cloruro sódico y del carbonato de amonio, así como " con la ayuda de la energía eléctrica. Esto y la industria de los " colorantes, han hecho la gran evolución de la industria química " alemana de los últimos años" .

Nuestro país no elabora, prácticamente, este producto -salvo pequeñas cantidades que obtiene a partir del jume- y digno de destacarse es que en el año 1940 la producción de carbonato de sodio en toda Sud América fué inferior al 0,5 o/oo de la mundial.

Sus principales aplicaciones son:

- a) - Fabricación de soda cáustica y bicarbonato de sodio.
- b) - Industria del vidrio (consume casi la tercera parte).
- c) - Productos químicos varios.
- d) - Jabón.
- e) - Pulpa y papel.
- f) - Ablandamiento de las aguas.



El consumo anual, en nuestro país, es aproximadamente de 45.000 toneladas, de las que casi 20.000 son requeridas por la industria del vidrio.

A continuación se da una tabla de las cantidades importadas desde 1934.

TABLA I - Importación en toneladas de:

<u>Años</u>	Hidróxido de sodio	Carbonato de sodio	Bicarbonato de sodio
1934	13.137	22.738	1.615
1935	14.633	23.797	2.102
1936	16.831	21.434	1.647
1937	20.609	28.746	2.244
1938	18.138	22.336	2.070
1939	25.003	38.894	2.102
1940	20.224	32.657	2.650
1941	15.072	27.407	3.598
1942	33.297	22.560	3.264
1943	50.609	65.796	3.626
1944	3.955	20.567	1.230
1945	5.930	11.320	867

- - - - -

ESTADO NATURAL. Se encuentra en la naturaleza en varios estados. Unos que difieren en su distinto tenor en agua de cristalización. Así, es encontrado como  $\text{CO}_3\text{Na}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , formando cristales; otras veces, como un monohidrato. También en forma que representa un sesquicarbonato:  $\text{CO}_3\text{Na}_2 \cdot \text{CO}_3\text{HNa} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , estado en que ha sido encontrado especialmente en Egipto, Colombia, Venezuela, etc.

Y finalmente, son muchos los lagos que junto con sales dódicas de distintos aniones, tales como cloruro, sulfato, poseen también carbonato.

Se encuentran ellos en distintas partes del mundo, y especialísimas menciones merecen el Lago Magadi, en Africa, con una reserva estimada en sesquicarbonato, de casi 20 millones de toneladas, y de una pureza notable. También, los situados en Estados Unidos de Norte Amé-

rica, en la zona de California, destacándose entre ellos el Lago Owen, que es objeto de explotación por parte de diversas compañías. La explotación del carbonato de sodio natural es tal que, en Estados Unidos, por ejemplo, su producción alcanzó en el año 1940, a un 4% de la obtenida por el método Solvay.

Fué éste la culminación de una serie de esfuerzos hechos por la industria, para obtener por algún camino que pudiera independizarse de las fuentes naturales -carentes en muchísimas partes del mundo e incapaz de abastecer las crecientes necesidades humanas del mismo-, tan preciado producto.

Así, ya en el siglo XVII, Francia se vió abocada a este problema. Las guerras napoleónicas hicieron que España dejara de suministrarle un producto de origen vegetal, rico en carbonato de sodio, y que era conocido con el nombre de "barilla". Esa necesidad hizo decidir a la Academia de Ciencias francesa a otorgar un premio, consistente en dinero en efectivo, a quien diera con un procedimiento práctico para su obtención. Era el año 1775 y muchos métodos fueron presentados. Entre ellos, uno sería de gran importancia, tanto que perduró hasta casi nuestros días, resistiendo los embates de nuevos métodos basados en los distintos procesos que la química, en su incesante progreso, fuera creando. Era el presentado por Nicolás Le Blanc.

Su importancia habría de ser enorme, más habría de reportarle a su genial inventor, muy pocas satisfacciones.

En efecto, pese a obtener en 1791 patente por su proceso, dos años después, durante la Revolución francesa, se le privó de ello. Pobre, pasando sus últimos días en un asilo, Le Blanc pone fin a su vida en 1806.

Mientras tanto, este proceso se desarrolla en otros países, y hasta 1890 es el principal método industrial para la obtención de carbonato de sodio.

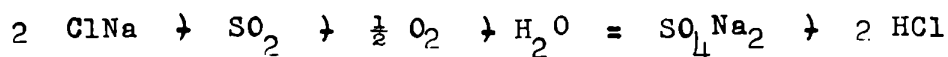
Es en 1861 cuando un belga, Ernesto Solvay, hace factible el uso en escala industrial de un viejo método, cuya paternidad es muy discutida. Ventajas económicas y rendimientos de productos de mejor calidad, le hacen ir ganando poco a poco los mercados mundiales, hasta desplazar por completo al proceso Le Blanc, cuyo fundamento es, sintéticamente, el siguiente.

METODO LE BLANC. Para este proceso es necesario disponer de las materias primas siguientes:

a)  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  - b)  $\text{CO}_3\text{Ca}$  - c) Carbón.

El sulfato de sodio es obtenido mediante la acción del ácido sulfúrico sobre el cloruro de sodio, siendo muy usado también el método de Hargreaves y Robinson, que consiste en hacer pasar los gases de combustión de la piritita, mezclados con vapor de agua en proporciones convenientes " por una serie de largos cilindros de " palastro, cargados con sal común, de tal manera que el gas reciente actúa siempre sobre la sal que ha estado más tiempo expuesta a la acción del mismo, mientras que el gas ya agotado actúa sobre nuevas capas de sal común". (2).

La reacción química desarrollada, es:

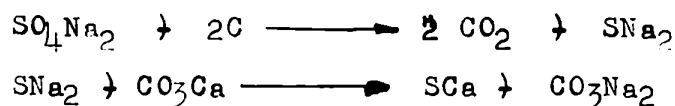


El método de Leblanc consiste en mezclar el sulfato de sodio con carbonato de calcio y carbón, hasta fundir la masa, que en ese estado, es denominada "cenizas negras".

Posteriormente, éstas son sometidas a una lixiviación con agua, de cuya acción resulta una masa como residuo y una solución que

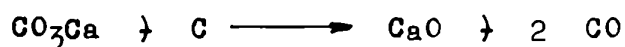
contiene, en su mayor parte, carbonato de sodio impuro. Su purificación, como su obtención definitiva, es lograda por procesos industriales, que con el apogeo de este método adquirieron una técnica cada vez más depurada, y cuya descripción puede consultarse en cualquier texto de la materia.

Las reacciones químicas verificadas, son las siguientes:



Es necesario, por otra parte, agregar un exceso de carbón y carbonato de calcio. El objeto es que así se obtiene una masa -"cenizas negras" - que será más fácilmente reaccionable con el agua.

Su explicación es la siguiente: el exceso de caliza y carbón reaccionan entre sí:



El óxido de carbono dará origen a una masa porosa, mientras que la cal viva obtenida es fácilmente desmenuzable por el agua.

- - - - -

PROCESO SOLVAY. Se fundamenta, químicamente, en las siguientes reacciones:

- 1)  $\text{CO}_3\text{Ca} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{CaO}$
- 2)  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CO}_3\text{HNNH}_4$
- 3)  $\text{CO}_3\text{HNNH}_4 + \text{ClNa} \longrightarrow \text{CO}_3\text{HNa} + \text{ClNH}_4$
- 4)  $2\text{CO}_3\text{HNa} \longrightarrow \text{CO}_3\text{Na}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 5)  $2\text{ClNH}_4 + \text{CaO} \longrightarrow \text{Cl}_2\text{Ca} + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Analizando la serie de ecuaciones escritas arriba, observamos que las materias primas esenciales, son:

- a) carbonato de calcio.
- b) cloruro de sodio.
- c) combustibles (coke, fuel, etc.)

y que uno de los participantes más caros, el  $\text{NH}_4\text{OH}$ , teóricamente se recupera en su totalidad.

De la mayor eficiencia de esto depende el éxito económico del proceso. Si bien éstas son las bases teóricas, muchos son los detalles técnicos que son necesarios para su éxito, y el haber resuelto éstos, fué mérito principalísimo de Solvay.

Mucho se ha publicado sobre este proceso, aunque pocos detalles técnicos fueron dados a conocer.

Todas las operaciones que involucra deben hacerse en forma continua, sin interrupción de ninguna especie.

Haremos una breve descripción de ello que puede seguirse tomando como guía el esquema que, de una planta Solvay (reproducción del publicado en "Process Industries. Flow Sheets and Data Book" (3)), se incluye en la página siguiente.

Se parte de una solución saturada de sal a  $16^\circ\text{C}$ , cuya obtención se efectúa mediante el pasaje de agua, por bombeo, a través de recipientes que contienen la sal.

Aunque el proceso es continuo, podemos tratarlo según las partes que siguen:

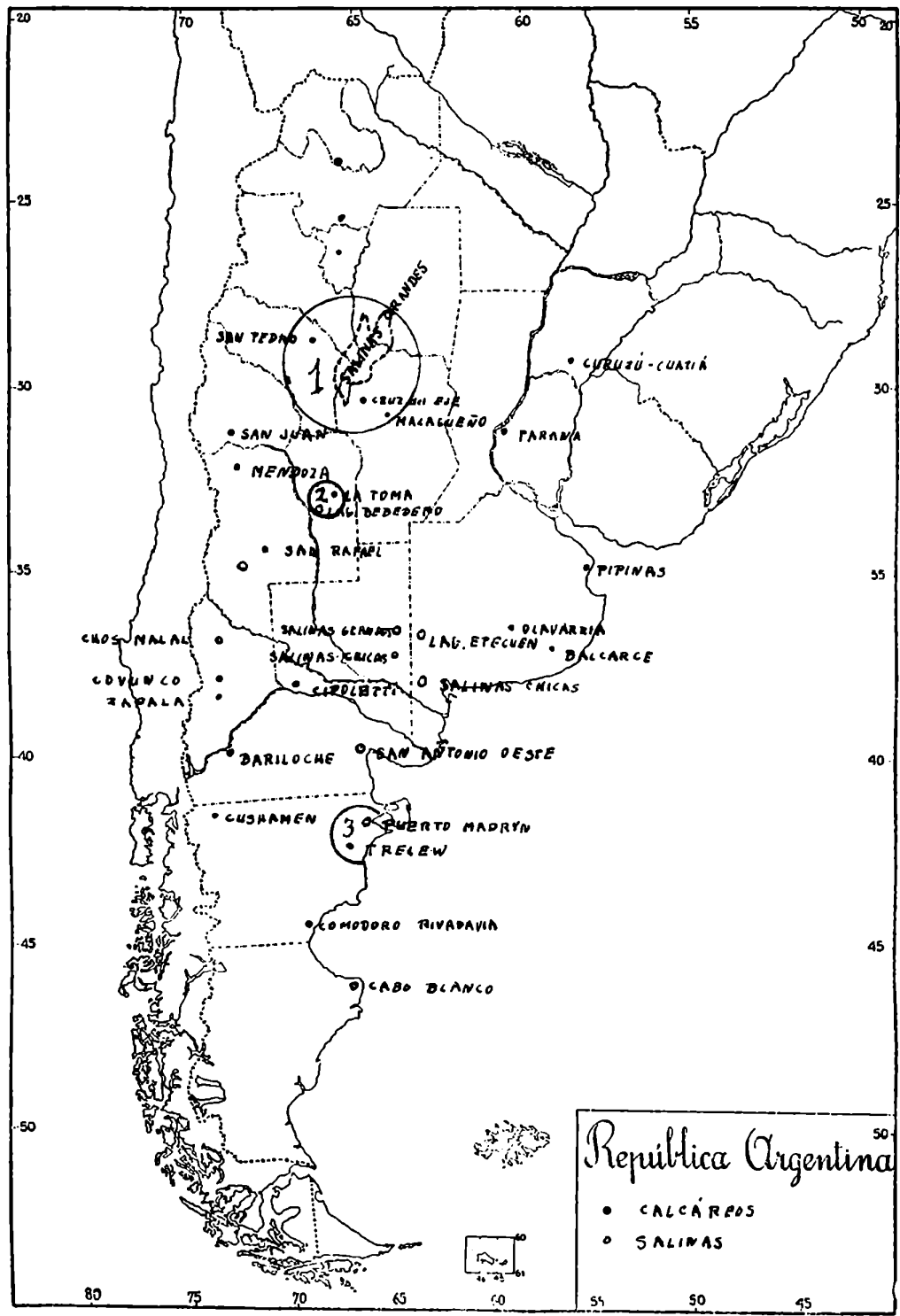
1º ) - Preparación de solución saturada de cloruro de sodio.

Debe, en primera instancia, purificarse esta solución, particularmente de las sales de calcio, magnesio y hierro que lleva consigo. Para ello es frecuente hacer pasar esta solución por una serie de cilindros de absorción, generalmente dos, bastando a veces uno sólo. Puede absorber en uno, cierta cantidad de  $\text{NH}_3$ , que se hace teniendo en cuenta el principio de absorción de gases muy solubles y líquidos.

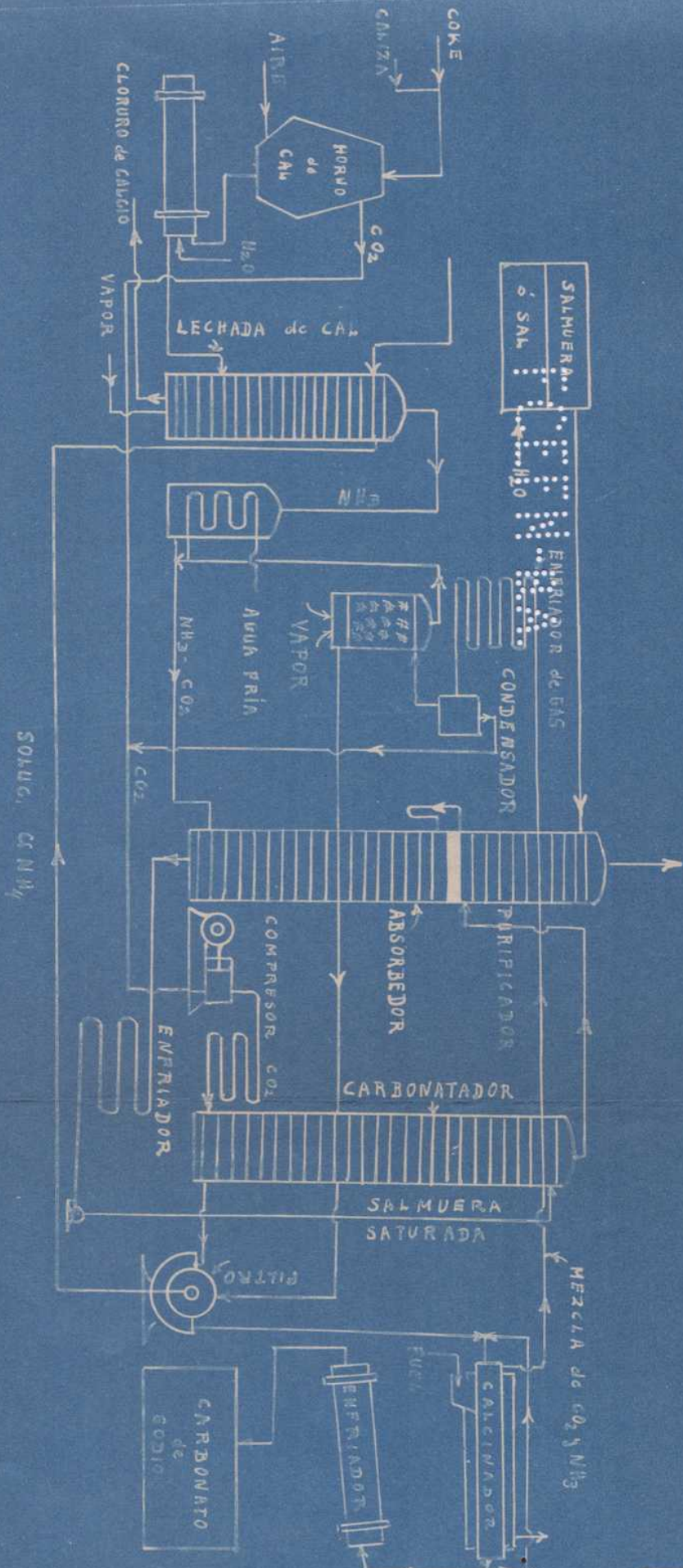
En una segunda torre, recibe en contracorriente una mezcla de gases constituidos esencialmente por  $\text{CO}_2$  y  $\text{NH}_3$ , provenientes de la

Registro Nacion de la Propiedad Intelectual  
Hecho el Depósito Legal

**YOLGA** Marcas Registradas



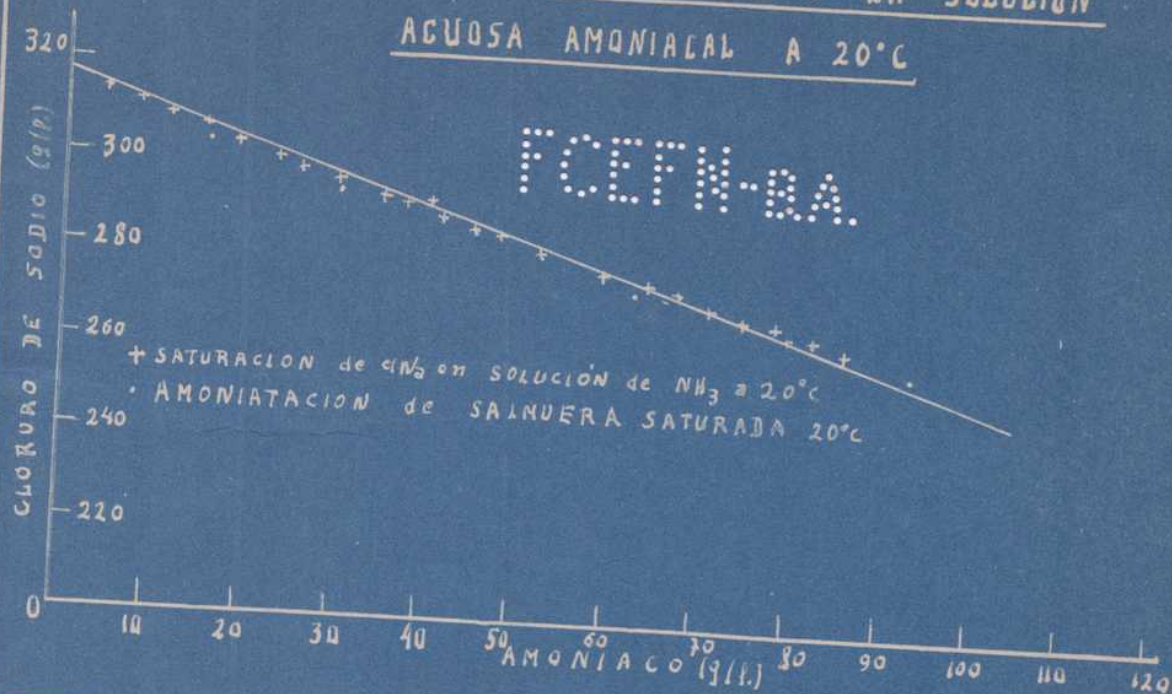
# CARBONATO DE SODIO - PROCESO SOLVAY



SOLUC. C.N.M.

SOLUBILIDAD DE CLORURO DE SODIO EN SOLUCION  
ACUOSA AMONIALAL A 20°C

FOEN-BA.





torre de carbonatación.

Tenemos, finalmente, la solución de sales con impurezas, que han quedado retenidas como  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ,  $\text{CO}_3\text{Mg}$ ,  $(\text{OH})_2\text{Mg}$  y  $(\text{OH})_3\text{Fe}$ .

2º ) - Preparación de la solución de cloruro de sodio amoniacal.

La segunda etapa es la formación de una solución de cloruro de sodio amoniacal. Esta operación vuelve a realizarse en una torre de absorción y también, por el principio de contracorriente.

La introducción de amoníaco en la salmuera, produce, entre otros, los efectos siguientes:

- a) disminución de la solubilidad del cloruro de sodio.
- b) aumento del volumen de la salmuera.
- c) dilución de la salmuera debido a vapores llevados con el  $\text{NH}_3$ .
- d) generación de gran cantidad de calor debido al proceso de disolución del  $\text{NH}_3$  y al calor de condensación del vapor de agua que trae este gas.

El primer efecto puede ser observado en el gráfico adjunto, en donde se representa la solubilidad del cloruro de sodio en función de concentraciones amoniacales crecientes.

En cuanto a los vapores arrastrados por el  $\text{NH}_3$ , producen, como se ha dicho, una dilución de la solución salina, la que al salir del absorbedor ya está saturada.

Puede saturarse, haciéndola pasar por un recipiente conteniendo cloruro de sodio sólido, más es una operación que no resulta ventajosa.

El calor de disolución del  $\text{NH}_3$  es de 8430 cal/mol.

También se debe tener en cuenta el calor de disolución del  $\text{CO}_2$ , que llega junto con el  $\text{NH}_3$ , procedentes del destilador.

Todo esto produce, como efecto, un aumento de temperatura de la salmuera, con la consiguiente pérdida de  $\text{NH}_3$  (disminución de la solubilidad de gases en líquidos con la temperatura).

Para evitar ésto, se hace uso de un dispositivo de enfriamiento, de modo que la solución de sal amoniacal emerge de la columna de absorción a 60-66°C.

A su salida se hace pasar por una serie de decantadores, provistos de agitadores, que separan los precipitados que se han formado en la operación anterior.

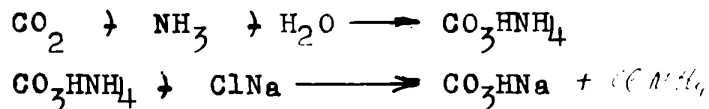
La solución, luego de enfriada, es enviada a un nuevo absorbedor, en donde sufre el proceso de

3º) - Carbonatación. Generalmente esta operación se realiza en dos grandes torres absorbedoras, puestas en serie, aunque también, como en el caso del esquema, puede realizarse una carbonatación en una torre, en común con la absorción de  $\text{NH}_3$ .

Ocurre casi siempre que en la primera de las torres de absorción la solución de sal amoniacal recibe una corriente de gas carbónico purificado, proveniente de caleras, obtenida, desde luego, por calcinación de las calizas.

El gas que sale por la parte superior, y conteniendo  $\text{CO}_2$  y  $\text{NH}_3$ , es el usado para la purificación de la salina, ya mencionado.

Pasa esta solución a una segunda torre, en donde recibe una corriente muy rica en  $\text{CO}_2$ , proveniente del calcinador de bicarbonato de Na. La reacción llevada a cabo, es la siguiente:



con formación de bicarbonato de sodio, insoluble, que en el paso siguiente habrá de ser separado.

Antes de continuar con esta descripción, haremos algunas aclaraciones acerca de los equipos hasta ahora usados.

Se observa que todos los procesos señalados se refieren a reacciones entre gases y líquidos (purificadores de gas, purificador de

solución de sal, absorbedores de amoníaco y torres de carbonatación, que son denominadas, la primera, con el nombre de "carbonatación", y la segunda, de "fabricación").

Para estas operaciones se hacen necesario aparatos de contacto entre líquidos y gases, que deberán tener, además, muy amplias las superficies de burbujeo, pues se producen depósitos de precipitados.

Esencialmente, constan de una columna, dividida en secciones -el número de platos, presión a vencer, etc., se calcula de acuerdo a los métodos ya conocidos ( v.Perry (4), Sherwood (5), Badger y Mc.Cabe(6), etc.), cada una de las cuales tiene su superficie de burbujeo, que consta de un disco curvado de hierro de fundición, soportado con un plato, en el centro, de base cónica, con una gran abertura para el pasaje de gases.

Con respecto a la torre de carbonatación, destacamos que se caracteriza por ser de mayor altura que las restantes, lo que se justifica teniendo en cuenta que al ser el  $\text{CO}_2$  menos soluble en agua que el  $\text{NH}_3$ , requiere mayor superficie de contacto, lo que se realiza aumentando el número de platos. Su altura es de aproximadamente 22 metros, y mientras que su mitad superior está formada por una simple sección de platos de burbujeos, la sección inferior contiene secciones enfriadoras.

No se enfría la totalidad de la columna, pues de hacerse así el ppdo. de bicarbonato de sodio obtenido sería muy fino, y no podría ser filtrado.

Así, la solución de sal amoniacal penetra por la parte superior de la torre a baja temperatura, pues ha sido enfriada previamente (ver esquema). Es aproximadamente de  $25^\circ\text{C}$ . A medida que desciende, entra en contacto con el  $\text{CO}_2$  y la reacción producida, exotérmica, eleva la

temperatura, hasta que llega a  $55^{\circ}\text{C}$  aproximadamente; al bajar y llegar a la base es enfriada, de modo que sale de la columna a  $25^{\circ}\text{C}$ . En esa forma se evita la precipitación brusca del bicarbonato de sodio. Esta se produce a medida que el líquido desciende y formándose los cristales alrededor de los núcleos, que se inician poco a poco.

4.º) - Separación del bicarbonato sódico. La solución proveniente de la torre de carbonatación no sólo contiene bicarbonato de sodio. Contiene, además, gran cantidad de  $\text{CO}_2$  en solución, bicarbonato de amonio, cloruro de amonio, cloruro de sodio, que no ha entrado en reacción, amoníaco disuelto, etc.

La separación del bicarbonato de sodio se efectúa en un filtro rotatorio al vacío y como consecuencia, se desprende del mismo, gases ricos en  $\text{CO}_2$  y  $\text{NH}_3$ , que serán usados para purificación de la salmuera.

Aparte de esto, del filtro sale una solución que contiene, entre otros,  $\text{CO}_3\text{HNa}$ ,  $\text{CO}_3\text{H}\text{NH}_4$  y  $\text{Cl}\text{NH}_4$ , aparte de  $\text{CO}_2$  y  $\text{NH}_3$ , que con el nombre de "aguas madres de  $\text{CO}_3\text{HNa}$ ", trataremos en el apartado 6).

5.º) - Calcinación del bicarbonato de sodio. Esta operación tiene por objeto transformar el bicarbonato de sodio, húmedo, obtenido por la operación anterior, en carbonato de sodio, y es una de las más complicadas del proceso, al punto que son varias las patentes que describen aparatos diversos para la solución de las múltiples dificultades que se presentan en este caso.

Son ellas, entre otras:

- a) Tendencia del carbonato de sodio a conglomerarse, sobre todo cuando la humedad es alta. Esto impide la descomposición del  $\text{CO}_3\text{HNa}$ .
- b) El  $\text{CO}_3\text{HNa}$  húmedo, forma una escama dura en la superficie del casco de acero, dificultando el paso del calor, que al localizarse deteriora el metal.

c) - La gran avidez de las cenizas por los vapores condensados, que las hacen compactas, obstruyendo así los pasajes. Eso ocurre cuando los vapores no son eliminados rápidamente.

Teniendo en cuenta todas estas dificultades, se ha ideado para esta operación un horno rotatorio de acero, cerrado en ambos extremos, de forma tal que pueda recogerse los gases que se forman. El horno es del tipo horizontal, calentado a través de un cámara, y con el hogar en el extremo de alimentación, de modo que el calentamiento no se hace en contracorriente. Esto evita algo la aglomeración.

La parte interior del calcinador tiene un raspador a cadena, sobre la chapa, para evitar las aglomeraciones del  $\text{CO}_3\text{HNa}$ . Para reducir la aglomeración del  $\text{CO}_3\text{HNa}$  húmedo, algo del  $\text{CO}_3\text{Na}_2$  caliente tomado del calcinador, se mezcla con el  $\text{CO}_3\text{HNa}$  fresco como alimentación seca.

El  $\text{CO}_3\text{HNa}$  pasa a  $\text{CO}_3\text{Na}_2$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .

La capacidad de producción usual para los calcinadores rotatorios de 2.4 m. de diámetro por 25 m. de largo es de 50-60 toneladas de  $\text{CO}_3\text{Na}_2$  por día (24 horas)?

Los gases que se desprenden del calcinador son ricos en  $\text{NH}_3$  y  $\text{CO}_2$ , que se han de recuperar. Para ello se hace uso de un condensador, que separará parte de  $\text{NH}_3$  y que habrá de usarse en la torre en donde se efectúa la absorción de este gas por la salmuera purificada (ver diagrama).

El gas remanente, ya más puro en  $\text{CO}_2$ , será usado en la torre de carbonatación ya citada.

6°) Recuperación del amoníaco. Una buena recuperación de este gas es uno de los factores económicos que más favorablemente influyen en la marcha del proceso.

Su precio es siempre más elevado que el del carbonato de sodio.

El avance técnico del método Solvay ha permitido efectuar la ope-

ración de tal modo que el consumo de  $\text{NH}_3$  -debido a pérdidas inevitables- alcance a sólo un 0.3-0.5% del total de cenizas de soda producidas.

Para 100 kg. de  $\text{NH}_3$  recuperado de los líquidos madres, 20 a 25 kg. se encuentran como  $\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2$  y  $\text{CO}_3\text{H}\text{NH}_4$ ; unos 2 kg. como  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$  y 75-80 kg. como  $\text{Cl}\text{NH}_4$ .

Para economizar cal, la recuperación se hace en dos etapas:

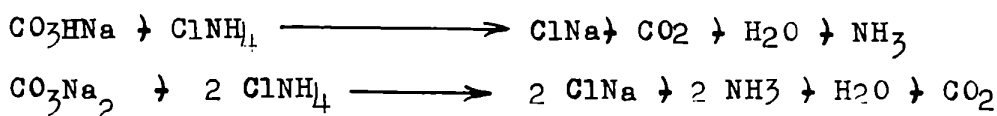
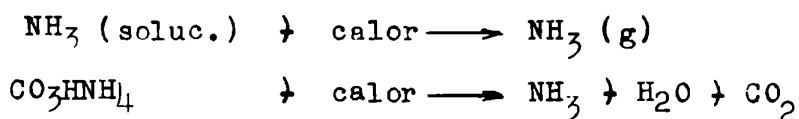
- 1º) - Las sales volátiles de amonio ( $\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2$  y  $\text{CO}_3\text{H}\text{NH}_4$ ), se recuperan por arrastre de vapor de agua.
- 2º) - Las sales no volátiles ( $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$  y  $\text{Cl}\text{NH}_4$ ), se recuperan con cal.

La columna de destilación, en donde se efectúa esta recuperación, consta de dos partes: la superior, llamada calentador, y la inferior, alambique de cal.

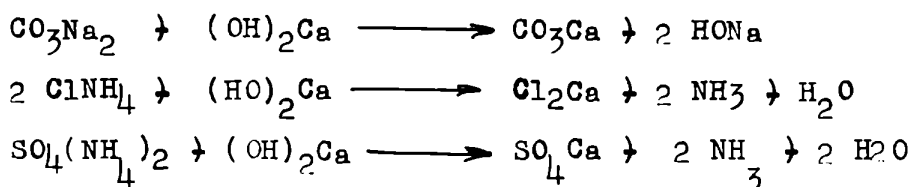
La lechada de cal se introduce por la parte inferior de la columna de destilación (ver diagrama). En ella, el  $\text{NH}_3$  liberado por la cal, es arrastrado por el vapor, que se eleva de plato en plato. Ese mismo vapor arrastra en la columna de destilación las sales volátiles contenidas en disolución. Los vapores, ricos en  $\text{NH}_3$ , se deshidratan, en gran parte, atravesando el deflegmador. En esa forma, el aparato da una mezcla de  $\text{NH}_3$  y  $\text{CO}_3(\text{NH}_4)_2$ , que se envía al saturador de salmuera amoniacal.

En la base de la columna de caustificación se obtiene una solución que contiene  $\text{Cl}_2\text{Ca}$ .

En una palabra, el proceso es el siguiente: el líquido proveniente del filtro del  $\text{CO}_3\text{HNa}$  alimenta el calentador o parte superior del alambique, donde el  $\text{NH}_3$  es eliminado mediante las siguientes reacciones:



La suspensión de lechada de cal penetra a través de la entrada de cal y mezcla con el líquido proveniente de la parte más alta o parte calentadora. Mientras desciende por la columna, tiene lugar las siguientes reacciones:



El líquido proveniente del fondo del alambique de cal, está libre de  $\text{NH}_3$  y contiene cerca de 50 g./lt. de  $\text{ClNa}$  residual que no ha reaccionado, como así también el  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  formado, mientras el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  se encuentra en suspensión. Una pequeña parte de este líquido residual se deja decantar, se evapora para separar la sal, y se vende por su contenido en cloruro de calcio, ya sea como líquido concentrado o como sólido, después de una evaporación.

- - - - -

Esto es, a grandes rasgos, una descripción del proceso Solvay. Un detalle completo del mismo, puede obtenerse de la obra de Te Pang Hou ya citada, en donde se refiere a cada parte del proceso, encarado bajo distintos puntos de vista: químico, físico químico e industrial.

- - - - -

UBICACION DE PLANTA DE SODA SOLVAY EN EL PAIS.

A continuación habremos de tratar las perspectivas generales que presenta la instalación de una planta de esta índole en nuestro país, ateniéndonos a los principales factores económicos que influyen. Seguiremos al respecto el criterio expuesto en el "Chemical Engineer's Handbook" (4) , que considera los factores agrupados de la siguiente forma:

A) Factores de producción.

- 1) Materias primas: calidad, reserva, proximidad a las plantas, fuentes de material de competencia.
- 2) Trabajo: suministro y costo, nacionalidad, cantidad, diversidad, inteligencia, eficiencia, salario, etc.
- 3) Energía: hidroeléctrica, servicios públicos, fuentes alternadas.
- 4) Combustibles: clases, eficiencia térmica, reservas, fuentes alternadas.
- 5) Agua: fuentes, análisis mineral, bacteriológico, turbidez, cantidad, temperatura, costos.

B) Factores de distribución.

- 1) Facilidad de transportes: ferrocarriles, vapores, barcos, camiones, etc.
- 2) Valor de los fletes.
- 3) Comercio: zonas locales, zonas favorables, de competencia y nacionales.
- 4) Industria de competencia.

C) Factores que afectan a ambos.

- 1) Clima.
- 2) Tasas y derechos.
- 3) Restricciones municipales. (leyes relativas a humos, materiales de desperdicio).



MATERIAS PRIMAS

Necesitamos de las siguientes: coque, hulla, calizas, cloruro de sodio y amoníaco, y los consumos de cada una de ellas, para 100 kg. de carbonato de sodio, son aproximadamente los siguientes:

coque.....	65 kg.
carbón .....	50 kg.
cloruro de sodio .....	180 kg.
carbonato de calcio ...	120 kg.
amoníaco .....	0.10 kg.
sulfuro de sodio .....	0.10 kg.

Este último es necesario en la composición de la solución de salmuera amoniatada, pues en contacto con las superficies de hierro de fundición, en solución alcalina, forma un revestimiento de sulfuro ferroso sobre las paredes internas de los aparatos y tubos, que impide el ataque, evitando al mismo tiempo que el bicarbonato de sodio contenga impurezas de hierro.

Se deduce pues, que siendo las fuentes primordiales para una provechosa industrialización de la Soda Solvay, materiales como el cloruro de sodio, calcáreos y combustibles, nuestro estudio deberemos orientarlo, en primer término, a la búsqueda de puntos que posean estos elementos muy próximos, y que reúnan condiciones de calidad y reserva. Respecto a la primera condición, es decir, calidad, debemos atenernos a ciertas especificaciones.

Por ejemplo, los calcáreos deben reunir excelentes condiciones de pureza. Te Pang Hou, en su obra citada, pag. 84 de la Ed. 1942, da como normas, las siguientes:

Carbonato de calcio.....%	90 - 99.
$SiO_2, O_3, Al_2, O_3, Fe_2$ .....%	0. - 3
Carbonato de magnesio .....	0 - 6

A ellas no atendremos en lo sucesivo. Su explicación es obvia.

Con respecto al cloruro de sodio (ya sea como salmuera, proveniente de algún lago o mar) o como sal de roca), debe contener un mínimo de

impurezas, sobretodo en lo que respecta a elementos de propiedades básicas, como óxidos de calcio y magnesio, cuya eliminación demanda un consumo en amoníaco, que dado su alto precio, es necesario evitar. En nuestro territorio existe gran cantidad de fuentes de calcáreos y cloruro de sodio.

Haremos pues, un estudio de ellas, para sacar como conclusión, cuales son los puntos que se prestan para una explotación racional de la industria que tratamos, y una vez obtenidos los más aptos, consideraremos en ellos la influencia de los demás factores, pues desde luego, si no disponen de materias primas convenientes ciertos puntos, demás está en hacer en ellos consideraciones de otros aspectos, que desde luego, resultarían subsidiarias.

Vamos a considerar provincias y territorios aisladamente, para vincular las fuentes que se encuentran dentro de cada una de ellos, o también, la posibilidad de relación cuando se encuentren más o menos lindantes entre sí.

Los métodos analíticos utilizados, se exponen a continuación.

- - - - -

#### MÉTODOS ANALÍTICOS EMPLEADOS.

Toma de muestra. Se tomaron, en la medida de lo posible, las que sean más representativas del lugar que se estudia.

Reducción del tamaño de las muestras: Se siguieron, casi estrictamente, las indicaciones del método descrito en "Scott's Standard Methods of Chemical Analysis", Tomo II - V. Ed., pag. 1309 (7).

Los trozos de calizas, que presentan más dificultades para su reducción, fueron primero divididos en trozos de aproximadamente 4-5 centímetros de diámetro, triturándolos con golpes de martillo y teniendo la precaución de accionar sobre una plancha de acero, ro-

deada en sus bordes, para evitar pérdidas de partículas.

Esos trozos fueron bien mezclados y se formó con ellos una pila de forma cónica.

Se hace presión luego con una superficie plana, perpendicularmente al eje del cono, de modo de llegar a dispersar los trozos de la muestra original, en una superficie plana.

Se divide ésta en cuatro partes iguales, marcando dos ejes que pasen por el centro de la pila, y formando entre sí ángulos rectos.

Se toman todas las partículas situadas en dos cuartos opuestos -limpiando correctamente estas secciones, de modo que no quede nada en ellas- las que se reúnen y someten a una pulverización.

Primeramente se empleó para ello un mortero de bronce, de gran capacidad, hasta reducir las partículas a un tamaño aproximado de 3mm. de diámetro.

Se repitió esta operación, empleando sucesivamente morteros de porcelana de 17 y 10 centímetros de diámetro, hasta obtener una muestra tal que pase por un cedazo de 80 mallas por pulgadas.

Con respecto a la obtención de las muestras de sales se siguió el mismo método de cuarteo ya expuesto, pero por la facilidad de pulverización que presentan estas muestras, se inició y terminó la operación en un mismo mortero de porcelana de 17 centímetros de diámetro.

Sobre las muestras así preparadas se hicieron las siguientes determinaciones analíticas.

#### CALIZAS

Como no es necesario para nuestros fines un análisis completo de los elementos que la componen, hemos hecho las determinaciones que nos resultan de mayor interés, a saber:

- a) Humedad.
- b) Sílice y silicatos insolubles en ácido clorhídrico.
- c) Oxidos combinados ( Obtenido por calcinación del ppdo. formado por  $\text{HONH}_4$  y que consiste especialmente en óxidos de Al y Fe, en su mayor parte,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  y  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).
- d) Oxido de calcio.
- e) Oxido de magnesio.
- f) Anhídrido carbónico.
- g) Sulfatos.
- h) Cloruros.

a) HUMEDAD. Se colocó  $\frac{1}{2}$  gramo de la muestra preparada según se describe más arriba, en una cápsula de porcelana tarada. Se deja en estufa a  $105^\circ\text{C}$  hasta constancia de peso (2-3 horas). La pérdida de peso representa la humedad de la muestra.

b) SILICE Y SILICATOS INSOLUBLES EN ACIDO CLORHIDRICO.  $\frac{1}{2}$  gramo de muestra pesada con precisión, se coloca en una cápsula de porcelana que no esté atacada. Se agrega gota a gota 10 cc. de solución de ácido clorhídrico al medio, teniendo la cápsula cubierta con un vidrio de reloj, para evitar las pérdidas por salpicaduras, etc. " que " se retirará lavándolo, después de calentar la mezcla. Se revuelve " con una varilla de vidrio cuya longitud sea tal, que dejándola apoyada en la cápsula sobresalga lo indispensable para manejarla; " esta varilla quedará ahí en todas las operaciones de insolubilización de la sílice y servirá en la filtración. El contenido de la " cápsula se lleva a seco" (8). Para esto hicimos uso de un baño de arena, cuya temperatura llega a  $125^\circ\text{C}$  como máximo, en la que no hay peligro de pérdidas por proyecciones, y resulta más rápido que realizar esta operación a Baño María.

"... periódicamente se toma la cápsula con la pinza (bien limpia) " y se distribuye su contenido por la mayor superficie posible, sin

" llegar cerca del borde...."

" Apenas se llega a sequedad completa, se deja enfriar y el residuo

" se trata por 2-3 ml. de  $\text{ClH}$  concentrado, con la varilla se dis-

" tribuye por todo el residuo; se evapora a Baño María que está en

" plena ebullición, pero cuidando que no salpique agua dentro de la

" cápsula. Obtenido el residuo seco, se repite esta última operación,

" Las dos últimas operaciones deben hacerse a B.M. porque a tempera-

" tura mayor de  $125^{\circ}\text{C}$  parte de la sílice puede recombinarse con las

" bases y luego solubilizarse al tratar por agua destilada acidula-

" da. El residuo final se calienta en estufa a  $120-130^{\circ}\text{C}$  (por una

" hora, para completar la insolubilización de la sílice).

" El residuo frío se trata por 2-4 ml. de  $\text{HCl}$  concentrado, se revuel-

" ve y calienta ligeramente hasta desagregación, y sin mayor demora

" (el ácido concentrado solubiliza paulatinamente algo de sílice),

" se agrega agua caliente hasta unos 30 ml., y se continúa calentando,

" de modo que se disuelva todo menos la sílice, que aparecerá se-

" dimentada y blanca (si el sedimento está coloreado significa o sus-

" tancia inatacable por ácido o sales básicas que han quedado inso-

" lubles por deficiencias en el tratamiento ácido anterior). Se fil-

" tra el líquido caliente decantado, por papel de velocidad de fil-

" tración media....; el residuo se trata por gotas de  $\text{HCl}$  concentra-

" do, revolviendo y agregando luego unos 10 ml. de agua caliente;

" nuevamente se filtra, repitiendo la operación hasta que el líquido

" do aparezca incoloro o apenas cobreado por el  $\text{Cl}_2\text{Fe}$ ; llegado a

" lo cual se pasa el residuo al filtro y se lava con  $\text{ClH}$  diluido

" (1+19) la cápsula y la varilla, frotando al final con la varilla

" de goma. El contenido del filtro se sigue lavando con la solución

" de clorhídrico diluida caliente hasta que el líquido que pase

" (unas gotas), dé reacción negativa o muy débil del ión que predomina

" mina en la muestra, o que tenga un reactivo de alta sensibilidad  
" (generalmente es el  $\text{Fe}^{++}$ ), empleándose entonces el ferrocianuro, en  
" frío..."  
" El papel de filtro, con la sílice, se coloca en un crisol de porce-  
" lana tarado y se calienta sobre tela, moderadamente al principio,  
" y luego al rojo vivo, hasta constancia de peso". (Guía de T. Prácti-  
" cos de Quím. Analít. Cuant. - Fac. Ciencias Exact. Fisic. y Nat.) (9)

- - - - -

c) Oxidos de hierro y aluminio. (Textbook of quantitative inorganic  
Analysis - I.M. Kolthoff y E.B. Sandell) (9).

El filtrado de la operación anterior es llevado a un volumen de 150-  
200 ml. Se agrega 1 gr. de cloruro de amonio sólido y se lleva a ebu-  
llición. Se oxida el catión  $\text{Fe}^{++}$  a trivalente, por adición de 5 cc.  
de agua de bromo ó 1 cc. de  $\text{NO}_3\text{H}$  concentrado.

Se precipita entonces con  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentrado, hasta un ligero exceso,  
que se aprecia por un débil olor amoniacal. El ppdo. es filtrado  
por papel de filtración rápida o media, lavándose con solución de  
nitrato de amonio al 2% hasta eliminación de iones cloruros.

Se cubra el filtro con su correspondiente ppdo. en una cápsula de  
porcelana, y luego de secarlo, calentándolo suavemente sobre tela,  
y carbonizar el papel de filtro, se calcina en la mufla a  $1100^\circ\text{C}$ .

- - - - -  
d) Determinación de calcio. Se hizo por gravimetría, pesándolo como  
sulfato de calcio.

En la primera etapa el método empleado es el mismo que se describe  
en la Guía de T. Práct. de Quím. Analít. Cuant.: " el líquido que pro-  
" viene de la ppción. de los hidróxidos se concentra, si es neces-  
" rio, a unos 150 ml., se trata por gotas de  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentrado y se  
" calienta a unos  $70^\circ\text{C}$ , luego se le agrega poco a poco con una pi-  
" peta, solución saturada de oxalato de amonio, hasta que no se ob-

" serve nuevo ppdo.

" Conociendo aproximadamente la cantidad de solución de oxalato em-  
" pleado, se agrega luego tres veces ese volumen para completar la  
" ppción. de calcio y disminuir en lo posible la coprecipitación  
" del Mg, por formación del oxalato complejo.

" El ppdo. de oxalato de calcio se disuelve en el mismo vaso, agre-  
" gando en caliente, gotas de ácido clorhídrico concentrado y se rep  
" precipita con  $\text{NH}_4\text{OH}$  concentrado, agregado por gotas, hasta franca  
" reacción alcalina (puede emplearse como indicador, rojo de metilo).

" Si se conociera la cantidad necesaria de oxalato, no tendría obje-  
" to la primera ppción. en medio alcalino.

" El ppdo. se deja a la temperatura ambiente durante una hora, luego  
" se filtra por papel de velocidad media de filtración y se lava con  
" agua destilada fría con unas gotas de hidróxido de amonio". (8)

Se coloca luego el papel de filtro con el ppdo. en un crisol de pla-  
tino y se calcina, de tal modo que se elimine totalmente el papel de  
filtro, no importando que algo de calcio quede como carbonato.

Se enfría y se trata con agua a fin de hidratar la cal viva, y te-  
niendo el crisol casi tapado, porque al decrepitar puede dar pérdi-  
das. Se agrega entonces ácido sulfúrico al medio, de modo que esté  
en ligero exceso.

Hecho ósto se somete a una evaporación, etapa tediosa por el peligro  
de salpicaduras, sobretodo cuando se halla próximo a la eliminación  
total de agua. La hemos realizado con todo éxito en baño de arena,  
a  $125^\circ\text{C}$ . Una vez seco, se calcina a mechero directo, pero teniendo  
cuidado de no calentar demasiado, ya que a  $900^\circ\text{C}$  empieza a perder  
 $\text{SO}_3$ . Se pesa, y repite la operación hasta tener constancia en las  
pesadas.

- - - - -

e) Determinación de magnesio. Hemos seguido en un todo el enunciado en la guía de T. Prácticos de Quím. Analit. Cuant. y que transcribimos en su parte pertinente:

" El filtrado del calcio se concentra hasta aproximadamente 100 ml.  
" se agregan 2-3 ml. de ClH concentrado, se deja enfriar hasta tem-  
" peratura ambiente o mejor se enfría con hielo, se agregan 10-15 ml.  
" de fosfato diamónico al 10% y 2-3 gotas de rojo de metilo; luego  
" se agrega hidróxido de amonio concentrado gota a gota y agitando  
con una varilla, evitando rayar las paredes del vaso, hasta que el  
" indicador viere al amarillo". Se continúa agitando unos minutos y  
" se agrega más o menos  $1/5$  del volumen de hidróxido de amonio al  
" 20%, se agita nuevamente y se deja en reposo unas horas. Se filtra  
" por papel de velocidad media de filtración, se lava con hidróxido  
" de amonio al 5% hasta que unos ml. del filtrado den reacción nega-  
" tiva de cloruros con nitrato de plata (previa acidificación con  
"  $\text{NO}_3\text{H}$ ).  
" El ppdo. se calcina al principio a baja temperatura con libre ac-  
" ceso de aire, hasta eliminar todo el carbón del papel, luego a  $1100^\circ$   
" en mufla. El ppdo. se transforma por calcinación en  $\text{P}_2\text{O}_7\text{Mg}_2$ , que  
" debe ser blanco o ligeramente grisáceo".

- - - - -

f) Determinación de anhídrido carbónico. Esta determinación se realizó de acuerdo al método descrito en "Textbook of quantitative inorganic analysis", de I.M. Kolthoff y E.B. Sandell, pag. 383, Ed. 1943(9). Se hizo por un método indirecto, en un aparato llamado alcalímetro, que es pesado en primer lugar, conteniendo la muestra sin reaccionar, y ácido (empleamos clorhídrico). Se hacen reaccionar éstos, y nuevamente el aparato es pesado luego de ser expulsado el anhídrido carbónico, que lleva consigo vapor de agua, pero que es retenida al



pasar a través de agentes deshidratantes. Asimismo, el anhídrido carbónico que puede quedar en disolución, es arrastrado por una corriente de aire seco que se hace pasar por el aparato.

g) Determinación de sulfatos. Se hizo esta determinación en muestra aparte (lg.) que es sometida al mismo procedimiento de insolubilización de sílice ya descrito. Sobre el filtrado se procede a determinar el sulfato, habiéndose considerado dos casos: a) - cuando la muestra posee un porcentaje en óxido férrico menor que 3%; y b) - cuando posee un tenor mayor.

En el primer caso, se procede de la siguiente manera: se acidifica ligeramente la muestra con  $\text{ClH}$ , empleando como indicador rojo de metilo. Se calienta a ebullición y se agrega rápidamente un volumen de solución de  $\text{Cl}_2\text{Ba}$  0.05 M tal que resulte un agregado de ligero exceso.

Se deja en digestión a B.M. y luego se filtra por papel de filtración lenta, lavándose el ppdo. con agua destilada caliente, hasta que unos ml. del filtrado no den reacción de cloruros.

Se coloca en crisol de porcelana tarado, y se lo calienta lentamente al principio hasta carbonizar bien el papel, sigue luego calentando a mechero directo.

Cuando en la muestra existe un porcentaje mayor de óxido férrico, se aplicará el método de Kuster y Thiel.

Consiste el método, cuyo fundamento está en evitar la absorción de los hidróxidos, en pp. en caliente el Fe y el Al, con  $\text{NH}_3$  en ligero exceso; se hace hervir, se deja decantar y a  $0-80^\circ\text{C}$  se agrega, gota a gota, solución al 10% de  $\text{Cl}_2\text{Ba}$ , agitando continuamente. Se deja en digestión unos 20 minutos y luego se va acidificando, agregando  $\text{HCl}$  concentrado gota a gota, hasta que la solución quede con una acidez aproximada de 0.5%. En esa forma se redisuelven los óxidos de hierro

y aluminio.

Se filtra por decantación y "el ppdo. que queda en el vaso" se trata " por 10-20 gotas de HCl concentrado; se agita y se agrega 20-30 " ml. de agua caliente. Después de unos 15 minutos se filtra y se " sigue la técnica habitual".

- - - - -

h) Cloruros. Se hizo esta determinación siguiendo el método descrito en la obra de Te Pang Hou (10) , pag.295 de la Ed.1933.

Se coloca 0.5 g. de muestra en un vaso de precipitación, a la que se agrega 20 cc. de agua y 20 cc. de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  2 M lentamente. Una vez que cesa la efervescencia, se calienta a ebullición, y mientras esto ocurre se hace ligeramente alcalina la solución con  $\text{NH}_4\text{OH}$  6 N.

Se filtra, recogiendo en un Erlenmeyer de 400 cc. Se enfría, se lleva a un volumen aproximado de 250 cc., se neutraliza cuidadosamente con  $\text{SO}_4\text{H}_2$  y se agrega 0.2 g. de carbonato de calcio.

Sobre la muestra así preparada se determina cloruro por el método de Mohr.

- - - - -

CLORURO DE SODIO.

Se realizaron sobre estas muestras las siguientes determinaciones:

- a) Humedad y agua de cristalización.
- b) Sustancias insolubles en agua.
- c) Cloruros.
- d) Sulfatos.
- e) Oxido de calcio.
- f) Oxido de magnesio.

a) Humedad y agua de cristalización. Se siguió el método indicado en la obra de V.Villavecchia: "Traité de chimie Analytique appliquée" Ed.1919 (11).

En un Erlenmeyer de 250 cc. en cuya boca se coloca un embudo, se introducen 5 g. de muestra. Se lleva a estufa a 140-150°C durante 2-3 horas.

Se saca luego el embudo, y se deja otro tanto en la estufa, hasta constancia de peso.

b) Sustancias insolubles en agua. (V. Villavecchia, op.cit.) 10 grms. de sal se disuelven en agua; se filtra sobre un filtro secado a 100°C y tarado; se recoge sobre el filtro la parte insoluble. Se lava con suficiente cantidad de agua (hasta eliminación de iones cloruro), seca a 100°C y pesa.

c) Cloruros. Se determinó por el método de Mohr, sobre 0.200 gr. de muestra. Se coloca tal cantidad en un Erlenmeyer de 250 cc. se disuelve con 100 cc. de agua destilada, agregando luego 0.2 g. de carbonato de calcio. Como indicador, se emplea cromato de potasio al 5%, del que se agrega 1 cc.

Se hace la titulación con solución de nitrato de plata 0.1N y paralelamente se efectúa un ensayo en blanco.

d) Sulfatos. Esta determinación se realiza sobre el filtrado de la fracción insoluble, descrita más arriba, y se procede de acuerdo a lo indicado para el análisis de sulfatos en calizas, pag.20, en el caso en que se encuentra presente poca cantidad de hierro.

e) Calcio. Se trabaja sobre 10 g. de muestra, y la precipitación se realiza de acuerdo a lo indicado en los análisis de calizas.

El ppdo. de oxalato de calcio se filtra por papel de velocidad media, y se lava con agua destilada fría con unas gotas de hidróxido de amonio, hasta que unos 10 ml. del filtrado, al tratarse con unas gotas de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  al medio y otras de  $\text{MnO}_4\text{K}$  en solución 0.1N no se decoboren. Lavado el ppdo., se coloca con el filtro en un Erlenmeyer de 250 cc., se agregan 100 cc. de agua destilada y 20 ml. de  $\text{SO}_4\text{H}_2$ .

al medio. Se calienta a 70-80°C y se valora con  $MnO_4K$  0.1N.

f) Magnesio. Su determinación se realiza sobre el filtrado de la operación anterior, es decir del oxalato de calcio, y se procede en un todo en forma semejante a la descrita en los análisis de calcáreos.

Hecha esta introducción, pasamos a hacer un estudio de los materiales que existen en las distintas regiones de nuestro territorio, que puedan ser usados en la obtención de carbonato de sodio por el método de Solvay.

.....

PROVINCIA DE BUENOS AIRES

CALCAREOS.

Fueron estudiadas muestras correspondientes a las siguientes zonas:

- a) Sierras Bayas, en las que están comprendidas canteras ubicadas en las inmediaciones de las estaciones siguientes: Sierras Bayas, La Providencia, Olavarría, San Jacinto, Loma Negra, etc.
- b) Bancos de conchillas ubicados en las barrancas y cortes de ríos y arroyos del partido Magdalena: Punta del Indio, Pipinas, Río Salado.
- c) Bancos de la zona de Coronel Dorrego.

En el orden indicado comenzaremos a exponer las conclusiones del presente trabajo.

- a) SIERRAS BAYAS. Estas lomadas corresponden al extremo N.O. del sistema del Tandil, perteneciente a la edad paleozoica.

J.J. Nagera (12) distingue en su constitución litológica, entre otros, un horizonte dolomítico y otro calcáreo, que es el más moderno.

Nos interesa este último, y al efecto, se transcribe un párrafo tomado de la obra de Victorio Angelelli (13):

" El horizonte calcáreo comprende una serie de bancos asentados en estratos arcillosos. De colores muy variados, entre ellos se destacan el "chocolate" en la parte inferior del horizonte y el "oscuro" en la parte superior.

" La potencia de todas las capas calcáreas, a veces con intercalaciones de arcillas, asciende hasta 40 metros. Este material se explota en gran escala en una serie de canteras ubicadas en Loma Negra, San Jacinto, La Providencia, y en las proximidades de la estación Sierras Bayas (partido de Olavarría). Se le utiliza para obtener cal y para las fábricas de cementos instaladas allí. En esta zona se produjo en 1937: 64.747 toneladas de piedra calcárea y 158.000 toneladas de cal, incluyendo la producción de las canteras cercanas a la estación Barker (partido de Juárez).

J.J. Nagera trae en su obra dos análisis, en los que demuestra la mayor proporción de carbonato de calcio que posee la variedad negra oscura de calcáreo sobre la de tono chocolate. No hemos podido con-

firmar tal cosa, pues las muestras conseguidas para análisis, por gentileza del Instituto del Cemento Portland Argentino, contenian mezclas de ambas. Por otra parte, dado la calidad de las mismas, que resultan deficientes para la industria de la Soda Solvay, no se consideró de utilidad para el presente estudio, hacer un examen más profundo de las mismas.

I) - OLAVARRIA.

Humedad .....	%	0.31
Ins.en HCl(silice, silicat.)	%	7.96
Carbonato de calcio .....	%	88.20
Carbonato de magnesio .....	%	1.06
Oxidos férrico y aluminio.	%	0.64
Sulfatos .....		no cont.
No determinado .....	%	1.83

II) - ESTACION SIERRAS BAYAS.

Humedad .....	%	0.19	0.21
Ins.en HCl(silice, silicatos).	%	9.64	14.24
Carbonato de calcio .....	%	87.70	83.32
Carbonato de magnesio .....	%	0.36	0.10
Oxidos de hierro y aluminio..	%	1.20	1.06
Sulfatos .....	%	no cont.	no cont.
No determinado .....	%	0.91	0.27

En la obra de J.J.Nagera se citan dos análisis(pag.36), de las variedades negro azuladas, siendo los resultados acusados:

Muestras	OCa	OMg	O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub>	O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub>	Arcilla	Carbón	CO <sub>2</sub>
1	50.58	0.49	0.41	0.78	7.16	0.22	40.20
2	51.54	0.34	0.11	0.40	6.29	0.20	40.82

Se puede apreciar que el tener en arcilla es más bajo que el obtenido en las muestras que hemos analizado.

El carbón que cita es el que da el tono oscuro a estos calcáreos, y que nosotros no hemos determinado.

CONCLUSIONES:

- 1) En todos los casos se acusa un tener en insoluble en ácido clorhídrico (silice, silicatos), superior al límite máximo tolerable para la industria de la Soda Solvay.

- 2) El contenido en carbonato de calcio -consecuencia de lo expresado anteriormente- es bajo.
- 3) Por las demás circunstancias, tanto en los otros componentes químicos, como en su reserva minera, reúne condiciones adecuadas.

Por lo tanto: No es considerada esta zona, apta la industria que tratamos.

b) BANCOS DE CONCHILLAS.

Se trata de sedimentos marinos, intercalados con capas de conchillas en un material arcilloso, arcillo arenoso y arenoso (v. Angelelli, op.cit.). Se observa especialmente en las barrancas y cortes de ríos y arroyos, entre Magdalena y Punta del Indio, en el río Salado.

Su espesor oscila entre decímetros, hasta más de dos metros.

Las muestras analizadas y cuyos resultados se dan a conocer a continuación, son debidas a gentileza de "Corcemar" S.A. y del Instituto del Cemento Portland Argentino.

III) - PUNTA DEL INDIO.

Humedad .....	0.09	0.11
Ins.en HCl(silice, silicatos)..	10.31	9.52
Carbonato de calcio .....	86.23	87.94
Carbonato de magnesio .....	0.31	0.27
Oxidos de hierro y aluminio..	1.61	0.73
No determinado .....	1.45	1.43

IV) - RIO SALADO. (no se especifica de que punto).

Humedad .....	0.24
Ins.en HCl(silice, silicatos)..	10.07
Carbonato de calcio .....	85.80
Carbonato de magnesio .....	0.53
Oxidos de hierro y aluminio ..	1.71
No determinado .....	1.66

V) - PIPINAS (canteras explotadas por Corcemar S.A.)

Humedad .....	—	—	—	—	—
Ins.en HCl(silice, silic.)..	11.60	2.68	7.01	4.16	2.36
Carbonato de calcio .....	87.24	95.64	91.13	94.38	95.78
Carbonato de magnesio .....	0.75	0.58	0.91	1.09	1.12
Oxidos de hierro y aluminio	0.80	0.76	0.70	0.72	0.80
Sulfatos .....	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.

CONCLUSIONES:

- 1) Por su contenido en materias insolubles en HCl (sílice, silicatos), las muestras mencionadas (III, IV y V), no reúnen las condiciones exigibles. Si bien algunas de Pipinas cumplen tales condiciones, en otras su tenor es muy elevado.
- 2) Excepción hecha de algunas de Pipinas, el contenido en carbonato de calcio es muy bajo.
- 3) En los demás conceptos se ajustan a los requisitos exigidos.
- 4) No resultan convenientes para los fines perseguidos.

- - - -

c) - CORONEL DORREGO. Se trata de una costra calcáreo en donde el carbonato de calcio se encuentra mezclado con arcilla y algo de arena. Los datos analíticos de una muestra analizada se dan a continuación, confirmando la suposición que "a priori" se puede efectuar sobre su calidad, ya que la mezcla de arcilla y arena a que se encuentra liada, tiene que ejercer un efecto pernicioso sobre la pureza del calcáreo.

VI) - CORONEL DORREGO.

Humedad .....	%	0.95
Ins. en HCl (sílice, silicatos)...	%	12.71
Carbonato de calcio .....	%	77.69
Carbonato de magnesio .....	%	3.32
Sulfato de calcio .....	%	1.57
No determinado .....	%	0.85

CONCLUSIONES:

- 1) Su contenido en materia insoluble en ácido clorhídrico las hace inaptas para la industria que tratamos.
- 2) Igual comentario merece por su tenor en óxidos de hierro y aluminio.
- 3) Su porcentaje en carbonato de calcio es muy bajo.
- 4) No es apta su calidad para la industria de la Sosa Solva.

.....

SALINAS.



En la provincia de Buenos Aires se pueden citar las siguientes salinas, factibles de una explotación industrial:

- a) Salinas Chicas.
- b) Salina de Piedra.
- c) Lago Epecuén.

Debe tenerse en cuenta, para la industria que constituye el objeto del presente trabajo, una ubicación de las mismas cercana a las canteras que reúnan buenas condiciones de calidad y cantidad.

a) - SALINAS CHICAS. Se encuentra ubicada al oeste de la ciudad de Bahía Blanca.

" Cuenta con dos minas: "La Aurora" y "Las Barrancas".  
 " Se trata de una fuerte depresión de forma casi redonda (6.500 hectáreas), bordeada de terrenos arenosos, con capas de toscas, cuyo límite sud está constituido por altos bordes y su parte norte, por grandes médanos".  
 " ..... un corte practicado a la mina "Las Barrancas", presentaría el siguiente perfil:  
 "           agua madre ..... 7 cms.  
 "           capa anual explotable de sal ..... 0.2 cms.  
 "           capa de sal madre ..... 20 cms.  
 "           arcilla arenosa parda oscura ..... 30-40 cms.  
 "           Más abajo, material arcilloso duro, con tosca.  
 " Las Minas "La Aurora" y "Las Barrancas", que distan 9 y 13 kilómetros al NO de la estación N. Levalle, respectivamente, y a la cual se encuentran unidas por una línea Decauville, se explotan en forma intensa, habiendo alcanzado su producción en el año 1939 a 76.363 toneladas de sal. (V. Angelelli, op.cit). "

Las muestras de sales analizadas, fueron obtenidas por deferencia de la Cía. Salinera "La Aurora", cuyos yacimientos se encuentran situados a 9 kilómetros al NO de la estación NICOLAS LAVALLE.

VII) - NICOLAS LAVALLE.

	<u>1946</u>		
	<u>1945.</u>	<u>Junio</u>	<u>Dcbre.</u>
Sustancias insoluble en agua .....	----	0.09	----
Pérdida por calentam. 140-150°C.....	0.79	3.74	0.61
Cloruro de sodio .....	99.03	93.01	99.48
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....	0.55	1.21	0.19
Calcio (en OCa) .....	0.46	0.30	0.08
Magnesio (en OMg) .....	0.01	0.15	0.03
Carbonatos, nitratos, nitritos, fosfatos.	no cont.	no cont.	no cont.
Reacción al tornasol .....	neutra	neutra	neutra

Estas muestras, como se indica, corresponden a distintas épocas.

Una de ellas, a la cosecha del año 1945, mientras las otras dos restantes a la del año 1946.

La del mes de Junio de dicho año, recogida en una época anterior a las lluvias, se caracteriza por su elevado porcentaje en sulfatos (sulfato de sodio), mientras que la recogida en el mes de diciembre, después de una época de grandes precipitaciones pluviales, y en verano, se destaca por su pureza.

El agua y el calor solar han hecho una verdadera cristalización fraccionada. En efecto, sales solubles como sulfato de sodio, cloruro de calcio, cloruro de magnesio, etc., disueltas, van hacia capas profundas de la salina, quedando de esta manera, purificada la superficial, que es la que se explota. El calor solar, por otra parte, completa esta acción, evaporando el agua.

VIII) - GENERAL CAMPOS. (muestra de sales cedida por la Cia. Salinera Española, de Ballester y Molinas).

Sustancia insoluble en agua .....	vest.
Pérdida 140-150°C.....	% 0.69
Cloruro de sodio.....	% 98.36
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....	% 0.22
Calcio (en OCa) .....	% 0.16
Magnesio (en OMg) .....	vest.
Nitratos .....	no cont.
Nitritos .....	no cont.
Fosfatos .....	no cont.
Carbonatos .....	no cont.
Reacción al tornasol .....	neutra.

CONCLUSIONES:

Todas las sales cuyos análisis se indican en los títulos anteriores, reúnen aceptables condiciones, ateniéndonos sobre todo a su bajo tenor en Mg y Ca.

- - - - -

b) SALINA DE PIEDRA. Se encuentra en el extremo sud de la provincia, en el partido de Patagones, cubriendo una superficie de 3900 hectáreas.

Su ubicación, alejada de canteras que reúnan buena calidad, hace prohibitiva su aplicación para la industria que tratamos.

.....

c) LAGO EPECUEN. Se encuentra situado en el partido de Adolfo Alsina a unos 20 kilómetros al oeste de la ciudad de Carhué.

Su explotación es realizada tanto por su contenido en sal común como por su contenido en sulfato de sodio, a cuya cosecha se procede en los meses de invierno, mientras que en verano se persigue la obtención de cloruro de sodio.

A continuación transcribimos un análisis de estas sales:

IX) - LAGO EPECUEN.

Humedad .....	%	3.70
Residuo insoluble .....	%	0.25
Cloruro de sodio .....	%	90.00
Sulfato de sodio .....	%	6.05
Calcio .....	%	no cont.
Magnesio .....	%	no cont.

CONCLUSIONES:

Aunque su proximidad a la zona de calizas es mayor que las Salinas Chicas, no las considero dignas de atención, dado la mala calidad de los calcáreos que se encuentran próximos.

Por otra parte, su alto porcentaje en sulfatos, y por ende, su bajo contenido en cloruro de sodio, es un factor adverso.

- - - - -

Proseguiremos, a continuación, tratando las salinas de la gobernación de La Pampa, muy próximas a las de la provincia de Buenos Aires.

Desde luego, su utilidad se puede decir anticipadamente que será de escaso interés, ya que la ausencia de calizas de calidad, en una zona cercana, es un factor en contra que influye extraordinariamente para la instalación de la planta industrial que se propone.

- - - - -

GOBERNACION DE LA PAMPA

CALCAREOS. No se tiene noticias de calcáreos explotables en esta gobernación, que merzcan ser considerados.

SALINAS. Se encuentran ubicadas en esta gobernación una serie de salinas, cuyas descripciones puede consultarse en la citada obra de V. Angelelli, pags. 310-313.

Tales son:

- a) Salinas Grandes (Atraucó).
- b) Laguna Mari Mamuel.
- c) Laguna Colorada Grande.
- d) Laguna Colorada Chica.
- e) Laguna de las Islas.
- f) Laguna El Carmen.
- g) Salinas Grandes (Caleu-Caleu).
- h) Salinas Chicas.

Dado el escaso interés que pueden tener, para nuestros fines, estas salinas, debido a su alejada situación geográfica de calcáreos adecuados a nuestro interés, no juzgo conveniente insistir en particular sobre las cualidades de las mismas.

Se ha estudiado muestras correspondientes a la salina de "LA COLORADA GRANDE", ubicada 42 Kms. al oeste de la estación Villa Alba, departamento de Hucal. Se trata de una laguna de una gran extensión, aproximadamente de 13.000 hectáreas, en cuyo centro se encuentra una gran depósito salino, superando su espesor en algunas partes, a 1.10 metros.

Su producción llegó, en el año 1938, a 40.000 toneladas.

X) - LA COLORADA GRANDE.

Sustancias insoluble en agua .....	0.06	0.03	0.09
Pérdida 140-150°C .....	0.46	0.59	0.30
Cloruro de sodio .....	99.44	99.35	99.51
Sulfatos ( en SO <sub>3</sub> ) .....	0.08	0.29	0.32
Calcio ( en OCa ) .....	0.05	0.15	0.25
Magnesio ( en OMg ) .....	vest.	0.14	0.05
Carbonatos .....	no cont.	no cont.	no cont.
Nitratos .....	no cont.	no cont.	no cont.
Nitritos .....	no cont.	no cont.	no cont.
Fosfatos .....	no cont.	no cont.	no cont.
Reacción al tornasol .....	neutra	neutra	neutra.

SALINAS GRANDES (ATRAUCO). Se encuentran ubicadas al SO. de la estación Hidalgo y es de importancia, con una superficie total próxima a las 5.000 hectáreas.

Su capa de sal explotable, de valor oscilante entre 1-3 centímetros, se encuentran encima de la sal madre, que adquiere una profundidad de 1 metro.

La producción alcanzada en el año 1939 fué de más de 70.000 hectáreas.

Hemos conseguido muestras de la mina que explota la "Compañía Introdutora de Buenos Aires" , cuyos datos analíticos son dados a continuación:

XI) - SALINAS GRANDES ( ATRAUCO ).

Sustancia insoluble en agua .....	-----	-----
Pérdida por calentamiento 140-150°C ...	0.92	0.32
Cloruro de sodio .....	98.92	99.26
Sulfatos ( en SO <sub>3</sub> ) .....	0.14	0.47
Calcio ( en OCa ) .....	0.11	0.61
Magnesio ( en OMg ) .....	0.06	0.10
Carbonatos .....	no cont.	no cont.
Fosfatos .....	no cont.	no cont.
Nitratos .....	no cont.	no cont.
Nitritos .....	no cont.	no cont.
Reacción al tornasol .....	neutra.	neutra.

SALINAS GRANDES (Dpto. Caleu-Caleu). Se trata de una laguna cuya superficie excede los 20 kilómetros cuadrados, ubicada al SO de la

estación Anzoategui. El espesor de la capa salina anualmente explotable es de 1 centímetro.

Hemos conseguido muestras de las minas cuyos nombres y resultados analíticos se consignan a continuación:

XII)

	<u>"La Triun- fadora"</u>	<u>"La Armonía"</u>	<u>"La Li- bertad"</u>
Insoluble en agua .....	0.09	0.11	vest.
Pérdidas a 140-150°C .....	1.59	0.28	1.28
Cloruro de sodio .....	97.75	99.53	97.91
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....	0.73	0.15	0.80
Calcio (en OCa) .....	0.21	0.09	0.16
Magnesio (en OMg) .....	0.11	vest.	0.11
Carbonatos .....	no cont.	no cont.	no cont.
Nitratos .....	no cont.	no cont.	no cont.
Nitritos .....	no cont.	no cont.	no cont.
Fosfatos .....	no cont.	no cont.	no cont.
Reacción al tornasol.....	neutra.	neutra.	neutra.

- - - - -

CONCLUSIONES:

Con respecto a la calidad de estas sales, pueden aceptarse para la presente industria, pese a que algunas poseen un tenor algo elevado en OCa.

Más, en realidad, estos factores carecen de todo valor, pues sus respectivas ubicaciones no las hacen aptas para la industria que motiva este estudio.

- - - - -

PROVINCIA DE CORDOBA

CALCAREOS. Las principales canteras para explotación de calcáreos se encuentran ubicadas, en esta provincia, en la Sierra Chica, siendo de una extensión considerable.

Muchas son las canteras de importancia que pueden situarse en esta región: Malagueño, Achiras, Cruz del Eje, estancia Quilpo Sud, pedanía Candelaria, etc.

A continuación se dan los resultados obtenidos en los análisis de diversas muestras estudiadas:

XIII) - CALAMUCHITA - (Muestras de calcita obtenidas por gentileza de los Dres. C. Gini Lacorte y F. Sánchez).

Humedad .....	-----	-----	-----
Ins. en HCl (sílice, silicatos)..	2.24	1.88	2.52
Carbonato de calcio .....	97.53	98.13	97.60
Carbonato de magnesio .....	no cont.	no cont.	no cont.
Oxidos de hierro y aluminio ...	vest.	vest.	vest.
Sulfatos .....	no cont.	no cont.	no cont.

CONCLUSIONES:

- 1) Su tenor en impurezas es, en todos los casos, inferior al máximo tolerable. Digno de resaltar es la casi ausencia de Fe y Al.
- 2) Su contenido en carbonato de calcio es elevado.
- 3) Son muestras de gran valor para el presente trabajo.

- - - - -

MALAGUEÑO. Se trata de canteras situadas a unos 22 Kms. al E-SE de la ciudad de Córdoba, con la que se encuentra ligada por medio de un ramal ferroviario.

La Dirección de Minas y Geología, pese a que no pudo darnos informes concretos respecto a su magnitud, establece que sus reservas son considerables.

A continuación se expresan los datos obtenidos analíticamente, siendo las muestras números 1, 2, 3 y 4, obtenidas por atención de los Dres. C. Gini Lacorte y F. Sánchez, y la restantes, de las can-

teras que explota la firma Ballestrini HNOs.

XIV) - MALAGUEÑO.

	1	2	3	4
Humedad .....	-----	-----	-----	-----
Ins.en HCl(silice, silicatos)....	0.06	0.08	0.24	0.12
Carbonato de Ca...	96.20	94.60	96.70	96.81
Carbonato de Mg...	2.76	4.82	2.40	2.91
Oxidos de Fe y Al.	vest.	vest.	vest.	vest.
Sulfatos .....	no cont.	no cont.	no cont.	no cont.

	5	6	7
Humedad .....	-----	-----	-----
Ins.en HCl(silice, silic.)	0.49	0.40	0.26
Carbonato de calcio .....	97.01	94.03	94.95
Carbonato de magnesio ...	2.16	4.41	3.62
Oxidos de hierro y alum..	0.32	1.07	0.35
Sulfatos .....	no cont.	no cont.	no cont.

Alejandro Cogliatti consigna, en un trabajo de tesis (14), algunos análisis de calcáreos de estas regiones, cuyos resultados se transcriben a continuación.

Carbonato de calcio .....	98.30	98.80	99.40	94.40
Carbonato de magnesio .....	0.82	0.50	0.08	5.14
Oxido de hierro .....	0.15	0.05	0.25	0.30
Silice .....	0.30	0.05	-----	-----
Agua .....	0.43	0.60	-----	-----

Por su parte, Josefina G. de Peláez llega a los resultados siguientes:

Carbonato de calcio .....	98.51
Carbonato de magnesio .....	1.36
Oxido de hierro .....	vest.
Silice .....	vest.

CONCLUSIONES:

- 1) Tanto en los análisis realizados, como en los transcritos en las publicaciones de Cogliatti y Peláez, hay concordancia en la pureza de estos calcáreos. Se destaca, sobretodo, su bajo tenor en los elementos que actúan por sus propiedades ácidas en los hornos de combustión, y por ende, con efectos perniciosos.
- 2) En todos los casos se acusa un elevado contenido en carbonato de calcio.
- 3) Son calcáreos de extraordinario valor para la industria que se estudia en el presente trabajo.

- - - - -



QUILPO SUD. Se trata de ~~un~~ yacimientos ubicados en el departamento de Cruz del Eje, a unos 24 Kms. de la ciudad del mismo nombre.

R.Beder (16), en un estudio realizado sobre los mismos, arriba a las conclusiones siguientes:

- " Las calizas cristalino granulosa son en su mayoría de color blan,
- " co...
- " ..... las calizas forman bancos poco acentuados a la vista, de
- " rumbo NO - SE ; su inclinación es casi vertical, lo que hace su-
- " poner que siguen hasta una profundidad de varios centenares de
- " metros ...."
- " Reserva encima del nivel de las quebradas: 30.000.000 tt.
- " Reserva hacia 50 mts. de profundidad: 55.000.000 tt.

Cita en su obra los siguientes análisis:

Muestras N°	5	8	10	14	18	11	19
Ca O	51.30	52.30	52.64	54.10	54.00	54.10	54.00
Mg O	1.60	2.18	1.90	1.51	1.95	0.56	0.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.79	1.03	1.13	2.09	1.20	0.70	1.22
SiO <sub>2</sub>	2.93	1.00	1.32	1.02	1.04	4.00	1.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.05	0.07	0.21	vest.	no c.	0.05
Muestras N°	20	25	26	29	31	38	42
Ca O	55.34	54.16	54.10	54.00	52.14	53.60	54.50
Mg. O	0.62	1.47	1.98	0.82	0.40	0.75	1.45
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.78	0.92	0.94	0.90	1.34	2.52	1.07
SiO <sub>2</sub>	0.30	0.22	0.40	0.88	4.10	0.72	1.10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	vest.	vest.	0.07	vest.	0.12	0.31	0.15

CONCLUSIONES:

Ateniéndonos a lo estudiado por el autor citado, llegamos a la conclusión de que estas calizas reúnen plenamente las condiciones necesarias para un empleo adecuado en el proceso que se estudia.

- - - - -

LAS PEÑAS. (situado a 40 Kms. al este de Doñán Funes).

XV) - LAS PEÑAS.

Insoluble en HCl (sílice, silicatos)....	%	10.31
Carbonato de calcio .....	%	84.89
Carbonato de magnesio .....	%	2.63
Oxidos de hierro y aluminio .....	%	2.41
Sulfatos .....		no cont.

CONCLUSIONES:

- 1) Su tenor en insoluble en HCl es muy elevado.
- 2) No resulta conveniente para nuestros fines.

- - - - -

SALINAS

En esta provincia merecen extraordinaria importancia las SALINAS GRANDES. Se encuentran situadas en la parte NO de la provincia, comprendiendo parte también de La Rioja, Catamarca y Santiago del Estero.

La extensión aproximada de la misma es de 15.000 kilómetros cuadrados. R. Rigal (17) ,realizó un estudio sobre las mismas, distinguiendo en ellas tres zonas, a saber: la una, que forma los bordes elevados del salar, sin eflorescencia salina; otra, con eflorescencia que forma pequeñas capitas; y, finalmente ,la parte baja, que es la explotable.

Se transcribe a continuación los resultados obtenidos por el autor en dos cortes practicados:

a) 1- Sal gruesa, densa... 8 c. 2- Sedimento yesífero arcilloso, en parte negros calcáreos.. 10 c. 3- Arcilla parda, rica en yeso, c/calcáreo .....	b) 1- Sal de grano ..... 2 cms. 2 -Sedimento yesífero ne gruzco ..... 10 cms. 3- Arcilla rojiza ..... 35 cms. 4- Sedimento arcilloso con tosca .....
---	---

Se transcriben a continuación los resultados analíticos obtenidos con muestras de esta zona.

XVI) - KILOMETRO 907 (F.E.E.) - Muestra cedida por los Sres. Ballester y Molina.

Sustancia insoluble en agua .....	no contienen.
Pérdidas 140-150°C .....	% 0.17
Cloruro de sodio .....	% 99.49
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....	% 0.25
Calcio (en OCa <sup>2</sup> ) .....	% 0.18
Magnesio (en OMg) .....	no cont.
Nitratos .....	no cont.
Nitritos .....	no cont.
Fosfatos .....	no cont.
Carbonatos .....	no cont.
Reacción al tornasol .....	neutra.

XVII) - SALAR SAN JOSE (Muestra cedida por los Sres. Martorell y Grau)

Sustancias insolubles en agua .....	no contienen.
Pérdida 140-150°C .....	% 0.11
Cloruro de sodio .....	% 99.01
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....	% 0.21
Calcio (en OCa <sup>2</sup> ) .....	% 0.16
Magnesio (en OMg) .....	no cont.
Nitratos .....	no cont.
Nitritos .....	no cont.
Fosfatos .....	no cont.
Carbonatos .....	no cont.
Reacción al tornasol .....	neutro.

-----

CONCLUSIONES:

Poseen estas salinas una enorme importancia para nuestro trabajo, pues reúnen todas las condiciones exigibles. Excelente calidad, gran extensión y sobretodo, presentan las posibilidades de relacionarse con las canteras que se hallan ubicadas en ciertos lugares próximos, como Quilpo Sud, Malagueño, etc.

-----

PROVINCIA DE SANTIAGO DEL ESTERO

CALCAREOS. En la sierra de Ancajan, departamento de Choya, se explotan varias canteras de caliza cristalina, que son actualmente industrializadas para la obtención de cal y fabricación de cemento, en Frias (V. Angelelli).

Existen varios tipos de calcáreos en esta región. Unos, ricos en carbonato de calcio, mientras otros son del tipo dolomítico.

Se exponen a continuación los resultados analíticos obtenidos en muestras cedidas por el Instituto del Cemento:

XVIII) - DPTO. CHOYA.

Humedad .....	%	0.21	-----	-----
Ins.en ác.clorhídrico(silice,silicatos) .....	%	10.11	6.19	6.01
Carbonato de calcio .....	%	87.01	92.53	93.40
Carbonato de magnesio .....	%	1.03	0.99	0.35
Oxidos de hierro y aluminio ....	%	0.89	vest.	vest.
Sulfatos .....	%	0.11	0.10	0.14
No determinado .....	%	0.64	0.99	0.10

A continuación se transcriben los datos analíticos obtenidos en un informe de la Dirección de Minas y Geología:

Carbonato de calcio .....	93.07	93.07
Carbonato de magnesio .....	2.56	1.99
Silice .....	2.82	3.98
Oxidos de hierro y aluminio .	0.96	1.48

Como puede apreciarse, difieren los análisis realizados con los informes de la Dirección de Minas, circunstancia debida a proceder de distintas canteras. De cualquier modo, ninguna de las muestras cumplen con los requisitos exigibles y podemos, en conclusión, decir:

- 1) Su tenor en impurezas es algo elevado, y en todos los casos la suma de los elementos de propiedades ácidas ( $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ), sobrepasa el 3% que como máximo deben poseer.
- 2) Su contenido en carbonato de calcio es aceptable.
- 3) No presentan ventajas sobre los calcáreos situados en la provincia de Córdoba, por lo que no son aconsejables para esta industria.

SALINAS. En esta provincia se destacan por su importancia, las ya mencionadas "SALINAS GRANDES", parte de las cuales, como se ha dicho, están ubicada en esta provincia.

Se consigna a continuación los resultados analíticos obtenidos en una muestra de HUYAMAMPA, y que son de las que explotan los Sres. Martorell y Grau.

XIX) - HUYAMAMPA.

Insoluble en agua .....	%	0.07
Pérdida 140-150°C.....	%	0.43
Cloruro de sodio .....	%	98.35
Sulfatos (en S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) .....	%	0.63
Calcio (en OCa) .....	%	0.05
Magnesio (en OMg) .....		vest.
Nitratos .....		no cont.
Nitritos .....		no cont.
Fosfatos .....		no cont.
Carbonatos .....		no cont.
Reacción al tornasol .....		neutra.

CONCLUSIONES:

Son muestras de gran pureza, y muy especialmente se destacan su escaso contenido en elementos básicos, como óxidos de calcio y magnesio.

-.-.-.-.-

PROVINCIA DE ENTRE RIOS.

CALGAREOS.

Los de mayor importancia, en esta provincia, se encuentran ubicados en la barranca del río Paraná, en las inmediaciones de la ciudad capital de la provincia.

Se trata de un " manto calcáreo fosilífero de gran extensión, y de " siete a ocho metros de potencia, correspondiente a la formación " mesopotámica. Se trata de un material muy poroso, blanco, que ya " ce sobre una capa de arcilla verdosa, plástica y cubierta de tos " ca, marga y loess, de 6 a 7 metros de espesor". (V. Angelelli, pag. 352).

Se ha conseguido muestras de esta zona, gracias a la gentileza del Instituto del Cemento Portland Argentino. No se ha insistido en lograr muestras de Diamante, también perteneciente a la misma formación, pues tanto por su calidad, como por su ubicación, distante de salinas propicias, las hacen de poca importancia para nuestro trabajo.

XX) - PARANA ( calizas).

Humedad .....	%	0.17
Ins. en HCl (silice, silicatos)....	%	7.96
Carbonato de calcio .....	%	99.50
Carbonato de magnesio .....	%	0.97
Oxidos de hierro y aluminio.....	%	0.92
Sulfatos .....		no cont.

XXI) - PARANA (tosca).

Humedad .....	%	0.22	0.31
Ins. en HCl (silice, silicatos)...	%	21.40	29.60
Carbonato de calcio .....	%	74.84	67.81
Carbonato de magnesio .....	%	1.55	1.56
Oxidos de hierro y aluminio .....	%	1.40	0.76

CONCLUSIONES:

- 1) En todas las muestras se observa un contenido en insoluble en clorhídrico (silice, silicatos), excesiva-

mente elevado, especialmente en la tosca de Paraná.

- 2) Su tenor en carbonato de calcio es inferior al mínimo deseable para la presente industria.
- 3) No reúnen condiciones aceptables, lo que se acentúa con lo que se expresa más abajo, y relacionado con la falta de salinas próximas apropiadas.

-.-.-.-.-.-

SALINAS

Aunque la inferior calidad de los calcáreos de esta provincia sería suficiente para no considerar este aspecto, hacemos constar la ausencia de alguna salina interesante en esta provincia.

-.-.-.-.-.-

PROVINCIA DE CORRIENTES

CALCAREOS. Los calcáreos de esta provincia tienen su asiento en la parte sud, en los departamentos de Mercedes y Curuzú-Cuatía.

Alcanzan algunos metros de espesor y se los explota con el fin de obtener cal.

No hemos de detenernos en su especial consideración, pues desde ya cuentan para nosotros con muy escaso valor, pues no poseen en sus proximidades salinas que merezcan mención especial.

Las muestras logradas son de Curuzú-Cuatía.

XXII) - CURUZU-CUATIA.

Humedad .....	0.12	----
Ins.en HCl (sílice, silicatos).....	10.29	7.66
Carbonato de calcio .....	86.11	90.03
Carbonato de magnesio .....	2.15	2.19
Oxidos de hierro y aluminio .....	vest.	vest.
Sulfatos .....	no cont.	no cont.

CONCLUSIONES:

- 1) En ambas muestras el contenido en silicatos es superior al máximo tolerable, lo que confirma la aseveración hecha por V. Angelelli, cuando expone en su obra que "se trata de un material de color blanco rojizo, poroso, a veces con fósiles y muy impuro".
- 2) No tienen importancia alguna para el presente trabajo.

- - - - -

SALINAS

No merecen consideración especial al respecto.

- - - - -



PROVINCIA DE LA RIOJA

CALCAREOS. Se explotan en esta provincia varios depósitos calcáreos para la obtención de cal, ubicados en la sierra de Velazco.

Dado que no fueron estudiadas en esta provincia, salinas que resulten de importancia para el presente trabajo, estos calcáreos deben relacionarse con las Salinas Grandes.

Ahora bien, en este caso, su situación geográfica los torna ya en inferioridad de condiciones con respecto a los de Córdoba.

Sólo hemos conseguido una muestra de esta región, y que corresponde a San Pedro, cuyos resultados analíticos son consignados a continuación.

XXIII) - SAN PEDRO.

Humedad .....	%	0.47
Ins.en HCl( sílice, silicatos).....	%	0.64
Carbonato de calcio .....	%	96.88
Carbonato de magnesio .....	%	1.14
Oxidos de hierro y aluminio .....	%	0,60
Sulfatos (como SO <sub>3</sub> ) .....		no cont.
No determinado .....	%	0.27

CONCLUSIONES:

La calidad del calcáreo analizado es excelente, pero como se ha dicho más arriba, su ubicación se encuentra en desventaja con los calcáreos de Córdoba, por lo que para relacionar con las Salinas Grandes, preferiremos a éstos.

..-.-.-.-.v.-.

PROVINCIA DE CATAMARCA

CALCAREOS.

Se encuentran ubicadas las calizas de esta provincia en la falda orientà de las sierras de Alto y Ancasti, y su explotación tiene por finalidad la obtención de cal, aunque en pequeña escala.

Las salinas cuya vinculación puede hacerse con estos depósitos calcáreos, son las que corresponden a las anteriormente estudiadas: "Salinas Grandes", por carecer esta provincia de alguna otra adecuada. Por lo tanto, no es de interés insistir mucho sobre la calidad de los calcáreos de esta provincia, que por otra parte nos ha sido muy difícil conseguir.

Se da a continuación los resultados analíticos obtenidos en una muestra de Chuña Pampa, como asimismo los datos logrados de un calcáreo correspondiente al departamento de La Paz.

XXIV) - CHUÑA PAMPA.

Humedad .....	%	0.15
Ins. en HCl (silice, silicatos) ..	%	6.52
Carbonato de calcio .....	%	88.60
Carbonato de magnesio .....	%	2.82
Oxidos de hierro y aluminio ..	%	1.64
Sulfatos .....		no cont.
No determinado .....	%	0.27

XXV) - DPTO. LA PAZ.

Ins. en HCl (silice, silicatos) ..	%	0.90
Carbonato de calcio .....	%	76.34
Carbonato de magnesio .....	%	18.67
Sulfatos .....		no cont.
Oxidos de hierro y aluminio ....	%	4.09

CONCLUSIONES:

Aparte del factor adverso que juega en este caso la ubicación de estos calcáreos los análisis indican su poca conveniencia para la industria de la Soda Solvay. Se observa así que la muestra de Chuña Pampa posee un tenor en elementos de tipo ácido (silice, silicatos, óxido de hierro y aluminio), que supera el máximo tolerable. En cuanto a la del Departamento de La Paz, aparte de poseer este inconveniente, es un calcáreo tipo domítico, por lo que no resulta de interés.

PROVINCIA DE TUCUMAN

CALCAREOS.

Existen calcáreos en explotación en ciertos lugares de esta provincia,tales como los de la sierra de la Ramada y valle del río de La Calera.

Se consigna a continuación una muestra de esa provincia, que carece de valor para nuestro caso, por su ubicación alejada de salinas de importancia, aparte de su calidad.

XXVI) - SAN JAVIER.

Humedad .....	%	0.11
Ins. en HCl (sílice, silicatos).....	%	6.86
Carbonato de calcio .....	%	86.99
Carbonato de magnesio .....		vest.
Oxidos de hierro y aluminio .....	%	5.42
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....		vest.
No determinado .....	%	0.82

CONCLUSIONES:

- 1) Su ubicación hace perder interés a estos calcáreos, como materia prima para la industria de la Soda Solvay.
- 2) En cuanto a su composición química, puede advertirse la excesiva cantidad que posee la muestra analizada en materias insolubles en ácido clorhídrico (sílice, silicatos), como en óxidos de hierro y aluminio, precisamente los elementos perniciosos por sus propiedades ácidas.
- 3) Por todo lo expuesto, no se juzga conveniente la consideración de esta zona para nuestros fines.

- - - - -

PROVINCIA DE SALTA

CALCAREOS. Según datos tomados de V. Angelelli, en esta provincia se explotan calcáreos en el departamento de Orán, correspondientes a un horizonte calcáreo-dolomítico, La producción de cal en el año 1939 llegó a 5.023 toneladas.

A continuación se exponen los resultados obtenidos de dos muestras analizadas, de esta provincia, observándose que ninguna de las dos satisface por su calidad, y como en caso favorable, su vinculación con salinas debería hacerse con las que se hallan ubicadas en la antigua gobernación de Los Andes, este factor lo coloca en desventaja, por cierto, con la región correspondiente a las Salinas Grandes, de Córdoba, no considerando de importancia, por lo tanto, insistir sobre esta zona.

XXVII) - QUEBRADA DEL TORO.

Humedad .....	%	0.37	0.46
Ins. en HCl (sílice, silicatos)...	%	2.30	10.51
Carbonato de calcio .....	%	94.33	77.26
Carbonato de magnesio .....	%	2.05	7.96
Oxidos de hierro y aluminio .....	%	1.01	2.42
Sulfatos .....		no cont.	no cont.

CONCLUSIONES:

Tanto por su calidad, producción, como situación geográfica, quedan estos calcáreos inaptos para nuestro trabajo.

.....

PROVINCIA DE MENDOZA

CALCAREOS. En esta provincia existen en explotación, calcáreos situados:

- a) norte de la ciudad de Mendoza (cerros de Salagasta y de la Cal). Su utilización se efectúa para fabricación de cal, y empleo en la industria del cemento.
- b) Departamento de San Rafael.

Con respecto a la región mencionada en primer término, no es necesario su estudio, pues no existen salinas próximas, con las que pueda vincularse.

Con referencia a San Rafael, se trata de calcáreos del tipo de travertina y ónix, que se emplean para la obtención de cal los primeros y objetos de adornos, en su mayor parte, los segundos.

Una buena descripción de estos últimos puede verse en la obra de V. Angelelli ya mencionada (pag. 358), en la que se cita, además, algunos trabajos realizados, con su correspondiente bibliografía.

La producción de cal en Mendoza, alcanzó en 1939 a 2916 toneladas.

Se transcriben a continuación los resultados analíticos obtenidos en muestras de la zona del Sosneado.

XXVIII) - SOSNEADO (dpto. San Rafael).

Humedad .....	-----	0.11	0.19
Ins. en HCl (sílice, silicatos)....	0.53	2.20	1.71
Carbonato de calcio .....	94.23	93.67	93.43
Carbonato de magnesio .....	2.31	1.45	2.35
Oxidos de hierro y aluminio ....	2.70	1.60	0.82
Sulfato de calcio .....	0.43	1.03	0.72

CONCLUSIONES:

En todos los casos se observa un porcentaje en elementos de propiedades ácidas, muy superior al máximo tolerable para una eficiente utilización en la industria de la Soda Solvay.

Por lo tanto, su empleo no resulta conveniente para el estudio que estamos efectuando.

SALINAS. Se puede considerar en esta provincia, la SALINA DEL DIAMANTE.

que se halla situada a 75 kilómetros al S.O. de la ciudad de San Rafael. A continuación transcribimos lo que al respecto dice V. Angelelli en su obra, y tomado de un estudio hecho por el señor R. Rigal: "La laguna es-  
" tá formada por dos partes: Salina y Salinilla, teniendo la primera  
" 7 kilómetros de largo por 2.5 de ancho y la segunda 3 por 1, respecti-  
" vamente. El piso es firme, y está constituido por arena negruzca,  
" poco arcillosa, con cristales de yeso y ceniza volcánica. La capa  
" de sal que se forma después de las lluvias es delgada, variando des-  
" de pocos milímetros hasta 15, y a veces más. La producción es re-  
" ducida y se consume en las localidades cercanas".

No hemos podido conseguir muestras de estas salinas, aunque de cualquier modo, su importancia hubiera sido completamente relativa.

- - - - -



PROVINCIA DE SAN LUIS

CALCAREOS.

En esta provincia se explotan calcáreos en distintos lugares (departamento de Chacabuco, Belgrano, Junín, etc.), y según estadísticas, en 1939 se explotaron en cantidad tal que produjeron 7.690 toneladas de cal y 36 toneladas de mármol.

A continuación se transcriben los resultados analíticos obtenidos con distintas muestras analizadas, y en donde puede observarse que las que reúnen las condiciones óptimas son las pertenecientes a La Toma.

- - - - -

XXXI) - LAS TOSCAS

	<u>1</u>	<u>2</u>
Humedad .....	% 0.13	0.11
Ins.en HCl(silice, silicatos) .....	% no cont.	no cont.
Carbonato de calcio .....	% 95.66	99.31
Carbonato de magnesio .....	% 0.59	-----
Oxidos de hierro y aluminio .....	% 3.43	0.25
Sulfato de calcio.....	% 0.09	0.19
No determinado .....	% 0.10	0.14

CONCLUSIONES:

Llama la atención en estas muestras, el hecho de no contener materias insoluble en clorhídrico (silice, silicatos).  
 La calidad de la número 2 es inobjetable, y en cuanto a la número 1 excede su contenido en óxido de hierro y aluminio al máximo tolerable, pero en muy pequeño grado, por lo que pueden igualmente considerarse aptas.  
En suma, reúnen condiciones adecuadas.

- - - - -

XXXII) - DEPARTAMENTO DE JUNIN.

Humedad .....	%	0.09
Ins.en HCl(silice, silicatos).....	%	1.71
Carbonato de calcio .....	%	90.21
Carbonato de magnesio .....	%	7.20
Oxidos de hierro y aluminio ....	%	0.86
Sulfatos .....		vest.

CONCLUSIONES:

Químicamente, presenta el inconveniente de su tenor en carbonato de magnesio algo elevado. En efecto, supera el máximo tolerable para esta industria. Pero, teniéndonos a los otros factores y muy especialmente su bajo contenido en los elementos de prop. ácidas, podría tolerarse.



XXXIII) - CAMPO SAN JOSE (Departamento Coronel Pringles).

Humedad .....	%	0.11
Ins. en HCl( sílice, silicatos)...	%	17.03
Carbonato de calcio .....	%	79.11
Carbonato de magnesio .....	%	1.35
Oxidos de hierro y aluminio .....	%	2.79
Sulfatos .....		no cont.

CONCLUSIONES:

La calidad de esta muestra es ~~exce~~ivamente mala. El contenido en silicatos es muy alto, por lo tanto puede considerarse inapta para nuestros fines.

- - - - -

XXXIV) - LA TOMA

		1	2	3
Humedad .....	%	0.11	0.09	0.10
Ins. en HCl ( sílice, silicatos).	%	1.29	1.47	vest.
Carbonato de calcio .....	%	95.13	94.79	98.56
Carbonato de magnesio .....	%	1.31	0.36	0.11
Oxidos de hierro y aluminio ...	%	1.87	1.69	0.44
Sulfato de calcio.....	%	0.61	vest.	vest.

CONCLUSIONES:

- 1) El porcentaje en materias de propiedades ácidas, es en todos los casos aceptables. Excede en muy pequeña cantidad las muestras 1 y 2 el 3% requerido, pero pueden tolerarse igualmente.
- 2) La proporción en carbonato de magnesio es bajo en todos los casos.
- 3) Reúnen las especificaciones necesarias para la industria de la Soda Solvay.

.....

SALINAS. Debemos considerar, en esta provincia, una salina de suma importancia, que es la

SALINA DEL BEBEDERO. Se "encuentra situada al S.O. de la ciudad de " San Luis, dpto. de la Capital, en una depresión aislada, limitada al oeste por las pequeñas elevaciones de las sierras de la " Cabra, Alto Pencoso, etc. y al este por iguales manifestaciones de " la sierra de San Luis, mientras que al sur se comunica con los " llanos por medio del río Bebedero. Se halla a 380 mts. sobre el

" nivel del mar y está unida a la estación Balde por una línea férrea " de trocha angosta, de 24 kilómetros de largo" (v. Angelelli, pag. 309, opcit.).

Un excelente estudio sobre la misma ha efectuado L.F. Delétang (18), de cuya obra extractamos las nociones siguientes:

El yacimiento o lecho de la salina puede considerarse constituido por los "estratos "calchaquies".

El perfil de las diversas capas de sales, depositadas sobre la arcilla es de arriba hacia abajo, en el extremo norte, como se indica a continuación:

20	-	75	mm. sal blanca
10	-	25	mm. sal gris.
5	-	18	mm. sal verdosa.
25	-	85	mm. sal rojiza.
8	-	20	mm. sal blanca.
5	-	15	mm. sal gris.
35	-	150	mm. sal negra
9	-	40	mm. fango negro.
60	-	...	mm. arcilla con sales

Trae a continuación un estudio químico de cada una de estas capas, cuya composición transcribimos a continuación:

	<u>blanca</u>	<u>gris</u>	<u>verdosa</u>	<u>rojiza</u>	<u>blanca</u>	<u>gris</u>	<u>negra</u>
Humedad ...	0.05	0.07	0.9	1.00	1.25	1.35	----
Insoluble...	0.5	0.8	0.9	1.20	1.40	1.52	45
ClNa .....	97.464	97.343	97.037	95.86	95.87	94.88	15
CaO .....	0.412	0.319	0.671	0.639	0.68	0.78	
SO <sub>2</sub> .....	0.721	0.508	1.95	1.015	0.97	1.20	
OMg .....	0.403	0.328	0.360	0.29	0.32	0.26	
K (espec.)	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.	

Explica, además, las causas de la coloración rojiza de una de las capas, como debido a bacterias anaerobias, lo que hace a veces peligroso el uso de estas sales cuando debe usarse para conservación de alimentos. Existe, sobre todo cuando llueve, pues origina una remoción de las capas, llegando algunas bacterias a las capas superiores. Claro está

que ,por el hecho de ser anaerobias, enseguida mueren, pero pueden sobrevivir algunas, causando serios trastornos.

Estas salinas son actualmente explotadas por la Compañía Introdutora de Buenos Aires,siendo su producción en el año 1939 de 21.743 toneladas.

De la citada compañía hemos conseguido dos muestras, cuyos análisis se transcriben a continuación:

XXXV) - SALINA DEL BEBEDERO.

Humedad .....	%	0.62	1.79
Cloruro de sodio .....	%	99.27	98.02
Sulfatos (como SO <sub>3</sub> ) .....	%	0.14	0.33
Oxido de calcio .....	%	0.11	0.16
Oxido de magnesio .....	%	0.09	0.17
Carbonatos y bicarbonatos .....		no cont.	no cont.
Nitratos .....		no cont.	no cont.
Nitritos .....		no cont.	no cont.
Fosfatos .....		no cont.	no cont.
Reacción al tornasol .....		neutra.	neutra

CONCLUSIONES:

Se trata de salinas de suma importancia,tanto por su producción,como por su calidad (obsérvese el bajo tenor en óxidos de calcio y magnesio).

Presenta,además,una importancia extraordinaria para el presente trabajo ,pues su ubicación, próxima a La Toma, de donde se han estudiado muestras de calizas de buenas condiciones,permite poder efectuar una vinculación,a efectos de la industrialización de la Soda Solvay.

- - - - -

GOBERNACION DE RIO NEGRO

CALCAREOS. Se explotan calcáreos en diversos puntos de esta gobernación, consignéndose a continuación los análisis de las muestras logradas gracias a la gentileza de industriales de aquellas zonas.

XXXVI) - CIPOLEETTI.

Humedad .....	%	0.14
Ins. en HCl (sílice, silicatos) ..	%	50.03
Carbonato de calcio .....	%	46.21
Carbonato de magnesio .....	%	0.64
Oxidos de hierro y aluminio ....	%	2.88
Sulfatos .....		no cont.
No determinado .....	%	0.10

CONCLUSIONES:

Su calidad es mala. Obsérvese que el porcentaje en silicatos es más del 50% del total, por lo que no es necesario insistir sobre el mismo.

XXXVII) - SIERRAS BLANCAS.

Humedad .....	%	0.31
Ins. en HCl (sílice, silicatos) ..	%	3.24
Carbonato de calcio .....	%	56.42
Carbonato de magnesio .....	%	38.62
Oxidos de hierro y aluminio ....	%	0.72
Sulfatos .....		no cont.
No determinado .....	%	0.69

CONCLUSIONES:

De acuerdo a su composición química, se observa que se trata de una verdadera dolomita, por lo que no presenta ningún interés su consideración.

XXXVIII) - SAN CARLOS DE BARILOCHE.

Humedad .....	%	0.31
Ins. en HCl (sílice, silicatos) ..	%	10.71
Carbonato de calcio .....	%	85.42
Carbonato de magnesio .....	%	1.99
Oxidos de hierro y aluminio ....	%	1.15
Sulfato de calcio .....	%	0.10
No determinado .....	%	0.32

CONCLUSIONES:

Su tenor en materias insolubles en HCl es demasiado elevado, especialmente silicatos, por lo que no resulta conveniente su utilización para los fines del presente trabajo.

- - - - -

SALINAS. Se encuentra ubicada en esta gobernación, la salina del Guallicho, a 40Kms. al NO. del puerto de San Antonio.

Dice al respecto V. Angelelli: "En las orillas de esta gran cuenca, rellena por aluviones, muy salobres, parcialmente por una gran salina que ocupa su sector este, se observa sedimentos arcillosos y margosos con mucho yeso, correspondientes al Daniano (Piso Rocanense), cubiertos en parte por rodados patagónicos. La superficie de esta salina asciende aproximadamente a unas 28.000 hectáreas; en sus costados se presenta la sal fina llevada por los vientos y que suele depositarse con espesores que alcanzan hasta cinco centímetros. En su interior se observa la sal gruesa, que en la mina "Sanz", según Sgrosso, posee un espesor total de 40 centímetros, mientras que las inferiores están contaminadas con fango; más abajo existe el fango salino".

Se transcribe a continuación los resultados obtenidos en un análisis efectuado.

XXXIX) - SAN ANTONIO CESTE.

Sustancia insoluble en agua .....	%	0.06
Pérdida a 140-150°C .....	%	1.31
Cloruro de sodio .....	%	98.42
Sulfatos (en SO <sub>2</sub> ) .....	%	0.36
Calcio (en OCa) .....	%	0.23
Magnesio (en O Mg) .....	%	0.06
Carbonatos y bicarbonatos .....		no cont.
Nitratos .....		no cont.
Nitritos .....		no cont.
Fosfatos .....		no cont.
Reacción al tornasol .....		neutra.

CONCLUSIONES:

La calidad de estas sales es buena, y puede utilizarse para la industria que se estudia. Pero falla lo relacionado con la otra materia prima importante, pues los calcáreos que hemos estudiado son de muy deficiente calidad, aparte de que su ubicación es lejana a estas salinas. Por lo expuesto, resulta que no es conveniente esta gobernación para la fabricación de la Soda Solvay.

GOBERNACION DE NEUQUEN

CALCAREOS. Hemos obtenido calcáreos explotables en esta gobernación, procedentes de los lugares que a continuación, junto con sus conclusiones analíticas, se pueden observar:

XL) - COVUNCO.

Humedad .....	%	0.22
Ins. en HCl (silice, silicatos)....	%	3.60
Carbonato de calcio .....	%	56.52
Carbonato de magnesio .....	%	35.90
Oxidos de hierro y aluminio.....	%	1.64
Sulfato de calcio .....	%	2.52

CONCLUSIONES:

Su composición química indica que se trata de una verdadera dolomita, por lo que carece de todo interés para nuestro estudio.

XLI) - ZAPALA.

Humedad .....	%	0.83
Ins. em HCl (silice, silicatos)..	%	15.79
Carbonato de calcio .....	%	81.69
Carbonato de magnesio .....	%	1.03
Oxidos de hierro y aluminio ...	%	vest.
Sulfatos .....	no cont.	
No determinado .....	%	0.66

CONCLUSIONES:

Esta muestra presenta un contenido en materias insolubles en ácido clorhídrico excesivamente elevado (silicatos), por lo que debe descartarse su empleo para nuestro estudio.

- - - - -

SALINAS. Para un mejor conocimiento de las salinas (sal de roca), de esta gobernación, tomaremos las siguientes conclusiones de un trabajo de J.M. Gerez (19):

Existen tres yacimientos importantes:

Huitrin, Tril y mina "Rivadavia", en los departamentos de Ñorquin, Pehuenches y Ancho, respectivamente. El primero es el más importante, hallándose ubicado sobre la margen izquierda del río Neuquén, 60 kilómetros al S.E. de Chos Malal.

Lo forman un cordón de cerros de altura variable, hasta más de 400 metros, y cubre una superficie de 5.000 metros de largo por 1000 metros de ancho.

El autor propone en su obra el uso de las salinas para la obtención de soda cáustica (pag.157, op.cit.), para lo que dice deberá resolverse el problema de transporte por el río Neuquén, por medio de flotadores, hasta la estación de ferrocarril de Contralmirante Cordero, y aquí aprovechar el embalse del río Neuquén para la producción de energía barata.

Hemos conseguido las siguientes muestras del yacimiento Tril, que se encuentra ubicado a unos 35 kilómetros de Chos Malal, cuyos resultados analíticos son transcritos a continuación.

XLII) - CHOS MALAL.

Sustancia insoluble .....	%	0.16	0.06
umedad .....	%	0.14	0.96
Cloruro de sodio .....	%	98.03	96.98
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....	%	0.61	0.49
Calcio (en OCa) .....	%	0.49	0.12
Magnesio (en OMg) .....	%	0.07	0.03
Nitratos .....		no cont.	no cont.
Nitritos .....		no cont.	no cont.
Carbonatos y bicarbonatos .....		no cont.	no cont.
Fosfatos .....		no cont.	no cont.
Reacción al tornasol .....		neutra	neutra.

CONCLUSIONES:

La calidad de estas salinas es buena, y podría ser usada con resultados positivos para esta industria, pero no encuentra una correcta vinculación con los calcáreos más o menos próximos, pues las muestras analizadas de Covunco y de Zapala, resultan ser de mala calidad.

.....

GOBERNACION DEL CHUBUT

CALCAREOS.

En este territorio se explotan calizas para la obtención de cal, en distintos puntos:

- a) Zona próxima a Comodoro Rivadavia. Se trata de bancos de conchilla, entre los que se citan los ubicados al sud de la bahía Solano, los de la rada Tilly y la punta Márquez, etc.
- b) Departamento de Futaleufú, en puntos próximos a la localidad de Esquel.
- c) Zona próxima a Trelew, Gaiman, etc.

Se dan a continuación los análisis realizados, pertenecientes los indicados con los números XLIII) y XLIV) a la zona b) y el restante (XLV), a la zona c).

XLIII) - CUSHAMEN.

Humedad .....	-----	-----	0.32
Ins. en HCl (sílice, silicatos) ..	3.28	5.68	4.48
Carbonato de calcio .....	89.16	90.04	89.07
Carbonato de magnesio .....	3.82	3.92	4.39
Oxidos de hierro y aluminio ....	3.92	0.88	1.01
Sulfatos .....	no cont.	no cont.	no cont.

CONCLUSIONES:

No reúnen las condiciones deseables a nuestros fines, ya que su contenido en materias ~~de~~ propiedades ácidas supera el 3% exigible como máximo.

Por otra parte, no existen en sus proximidades salinas adecuadas.

- - - - -

XLIV) - ESQUEL.

Humedad .....	-----
Ins. en HCl (sílice, silicatos) ....	0.81
Carbonato de calcio .....	85.96
Carbonato de magnesio .....	11.43
Oxidos de hierro y aluminio ....	0.66
Sulfato de calcio .....	1.01
No determinado .....	0.13

CONCLUSIONES:

No reúnen las condiciones adecuadas, pero a diferencia del anterior, esta vez lo es por ser elevado el tenor en carbonato de magnesio.

- - - - -



XLV) - TRELEW (entre Trelew y Gaiman).

Humedad .....	%	0.61
Ins.on HCl (silice, silicatos)...	%	1.24
Carbonato de calcio .....	%	96.22
Carbonato de magnesio .....	%	1.07
Oxidos de hierro y aluminio .....	%	0.28
Sulfato de calcio .....		no cont.
No determinado .....	%	0.58

CONCLUSIONES:

Es un calcáreo que reúne óptimas condiciones para los fines del presente trabajo. Como veremos a continuación, resulta de gran importancia vincular estos calcáreos con salinas próximas.

- - - - -

SALINAS

encontramos en esta gobernación, salinas de cierta importancia en la península de Valdez, y que son las Salinas Grandes y las Salinas Chicas.

" Ambas minas se hallan bajo el nivel del mar y tienen por yacente  
" los terrenos de la Formación Entrerriana (Piso Paraná). Presentan  
" un color gris amarillento debido a las impurezas de sal, pero  
" debajo de esta primer capa se halla la de la sal pura, de 2-5 cen-  
" tímetros de espesor y color ligeramente rosado por la presencia de  
" infusorios que viven en el agua madre" (V. Angelelli, pag. 310, op.cit)  
Hemos conseguido muestras de esta zona, perteneciente a Puerto Madryn  
y que corresponden a las que explota el Sr. José Errozarena, a cuya  
atención son debidas.

Sus resultados analíticos son expuestos a continuación:

XLVI) - PUERTO MADRYN.

Sustancias insoluble en agua .....	%	0.112	0.116	0.124
Humedad .....	%	1.01	1.03	0.86
Cloruro de sodio .....	%	97.91	98.02	98.82
Sulfatos (en SO <sub>2</sub> ) .....	%	0.36	0.37	0.39
Calcio (en OCa) .....	%	0.37	0.44	0.36
Magnesio (en OMg) .....	%	0.076	0.062	0.12
Nitratos .....		no cont.	no cont.	no cont.
Nitritos .....		no cont.	no cont.	no cont.
Fosfatos .....		no cont.	no cont.	no cont.
Carbonatos .....		no cont.	no cont.	no cont.

CONCLUSIONES:

Se trata de salinas que reúnen las condiciones exigibles para la industrialización de la Soda Solvay.

Por otra parte, presente la perspectiva de una vinculación con las calizas que hemos analizados y perteneciente a la zona de Trelew.

.....

GOBERNACION DE SANTA CRUZ

CALCAREOS.

La falta de materiales calcáreos adecuados en este territorio -al menos explotables- hacen descartar desde ya esta zona para la ubicación de plantas de Soda Solvay.

Haremos, no obstante, una breve referencia a las salinas que se encuentran.

SALINAS. Se encuentran ubicadas a lo largo de la costa Atlántica, en el departamento de Deseado, siendo especialmente digna de ser mencionada, la que se halla ubicada a siete kilómetros al oeste de Cabo Blanco.

Se realizaron dos perforaciones para estudiar esas minas, y al respecto dice V. Angelelli: "..... en la perforación número 3 se verificó la existencia de sal hasta una profundidad de 10-12 metros. El cloruro de sodio se presenta en capas puras de varios centímetros de espesor que se intercalan con otras impuras o en sedimentos arcillosos-salinos. El yacimiento de esta salina está constituido por "sedimentos del Patagónico".

XLVII) - COLONIA LEANDRO N. ALEN.

Sustancias insolubles en agua .....	%	0.07
Humedad .....	%	0.21
Cloruro de sodio .....	%	99.33
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....	%	0.34
Calcio (en OCa) .....	%	vest.
Magnesio (en OMg) .....	%	0.01
Nitratos .....		no cont.
Nitritos .....		no cont.
Fosfatos .....		no cont.
Carbonatos y bicarbonatos .....		no cont.
Reacción al tornasol .....		neutra.

- - - - -

XLVIII) - CABO BLANCO.

Sustancias insolubles en agua.....	%	0.11
Humedad .....	%	2.11
Cloruro de sodio .....	%	96.30
Sulfatos (en SO <sub>3</sub> ) .....	%	0.49
Calcio (en OCa) .....	%	0.26
Magnesio (en OMg) .....	%	0.16
Carbonatos y bicarbonatos .....		no cont.
Fosfatos .....		no cont.
Nitratos .....		no cont.
Nitritos .....		no cont.
Reacción al tornasol .....		neutra.

CONCLUSIONES:

La calidad de estas muestras analizadas es satisfactoria, pero indudablemente no puede servirnos para nuestro estudio, por no tener vinculación con calcáreos que se hallen en sus proximidades.

.....

CONCLUSIONES GENERALES

A través de este somero examen, surge que en nuestro territorio pueden delimitarse tres zonas en las que sería factible, ateniéndonos exclusivamente a su reserva en calcáreos y salinas, cuyas calidades reúnan las especificaciones necesarias para un provechoso uso, la industria de la Soda Solvay.

Ellas se encuentran especialmente marcadas en el mapa que se incluye

1) - Circunscribiendo una zona que tenga por centro las Salinas Grandes, de Córdoba, interceptamos puntos que reúnen magnificas condiciones en lo que a calidad y reserva de calizas se refiere. Pueden escogerse, entre ellos, los de Quilpo Sud y Malagueño, sin perjuicio de considerar otros más, ya que en esa región abundan los calcáreos.

Razones de distancia -las que fundamentalmente me inducen a descartar de esta zona los calcáreos de La Rioja, Córdoba y Santiago del Estero- , me inclinan a indicar como privilegiado

dentro de las demás, la de QUILPO SUD.

2) En esta zona circunscripta, intercentamos dos puntos ubicados en la provincia de San Luis, que de acuerdo a nuestro estudio cumplen con las exigencias demandables por esta industria.

Serían ellos, la Salina del Bebedero, como fuente de cloruro de sodio y La Toma, como lugar proveedor de calizas.

3) Esta zona, ubicada en el departamento de Chubut, enlaza dos sitios que en los exámenes realizados se mostraron aptos para nuestros fines: Serían ellos: la punta de Valdez, como lugar proveedor de sal, y la región situada entre Trelew y Gaiman, como indicados para la obtención de calcáreos.

Esta ubicación será favorecida por el pasaje próximo del gasoducto, o la posibilidad de obtener combustibles de Comodoro Rivadavia.

En esta forma creemos haber delimitado las zonas en donde por poseer estas dos materias primas fundamentales, presentan perspectivas de industrialización.

A Esta pequeña contribución realizada, no queremos darle el significado de afirmar rotundamente haber escogido los sitios ideales que demande el presente trabajo, pero si creemos que es un aporte que puede resultar provechoso, y sería de desear que se realizara un acabado estudio geológico y químico de cada una de estas regiones, tarea de envergadura que lógicamente, debe ser emprendida por alguna Institución responsable.

Nos referiremos ahora a los demás aspectos indispensables para el éxito de esta industria, y únicamente los relacionaremos con los sitios ya indicados, puesto que en los demás, la ausencia de algunas de las dos materias primas esenciales -calizas y salinas- hacen ya prohibitivo cualquier intento.

COMBUSTIBLES. En la zona delimitada en la provincia de Córdoba se dispone, como fuente de combustible, dentro del mismo territorio, de carbones de origen vegetal.

Los combustibles derivados del petróleo, provenientes ya de Salta o de la provincia de Mendoza -sus más cercanas fuentes de esta naturaleza- presentarían el inconveniente de su costo en concepto de transporte.

En la provincia de San Luis esta situación es mejor.

En efecto, se suma a la existencia de carbones de origen vegetal, el hecho de tener relativamente próxima la provincia de Mendoza, de la que puede utilizarse sus combustibles derivados del petróleo. Aparte de esto, las ciudades de San Luis y Mendoza se encuentran ligadas por vías férreas y camino pavimentado.

Y finalmente, en la zona de Trelew, existe la posibilidad de tener las fuentes de combustibles petrolíferos de Comodoro Rivadavia, perspectivas mejoradas si se aprovechan los que pueda suministrar el futuro gasoducto en construcción.

Naturalmente que este panorama puede variar paralelamente a las conclusiones que se vayan obteniendo de los estudios de los minerales de carbón existentes en el país.

.....

AMONIACO.

Como se ha expresado, es necesario para obtener resultados favorables en la industrialización de la Soda Solvay, una eficaz recuperación del amoníaco empleado. Su costo es muy elevado, de manera que es un factor que influye poderosamente.

No obstante, con los progresos alcanzados, el aprovechamiento que se hace es casi total, y su pérdida actual puede estimarse en un 0,5% de la soda elaborada, como máximo.

La producción actual en nuestro territorio es insignificante, A continuación damos los datos obtenidos:

Años	1937	.....	243	tt.
	1939	.....	404	tt.
	1941	.....	783	tt.
	1944	.....	14	tt. soluc.
		.....	857	tt. anhidro
	1945	.....	64	tt. soluc.
		.....	851	tt. anhidro.

Con la instalación de una planta productora de amoníaco en Río Tercero (Córdoba), se salvará este inconveniente. Este factor hace aún más favorable la ubicación de la planta Solvay en Córdoba.

.....

AGUA. Es éste un factor de producción sumamente importante. En efecto, su uso es amplísimo. Gran cantidad se emplea en evaporadores, como generador de vapor, y más amplio es aún, en nuestro caso, su uso como agente de enfriamiento.

Evidentemente las condiciones que deben reunir unas y otras, son distintas.

Para el primer caso deben estar desprovistas de dureza, que atacarían los materiales. Sirve especialmente en estas circunstancias, las aguas de río, que no tienen gran valor para emplearla con propósitos de enfriamiento, sobretodo en verano.

Caso inverso acontece con las aguas de pozo, cuya temperatura a algunos metros de la superficie es suficientemente fría en verano e invierno.

Se calcula el requerimiento en 2.000-2.500 piés cúbicos por tonelada de cenizas de soda.

Damos a continuación detalles sobre el agua de las poblaciones que han merecido nuestra atención como fuente de materia prima.

Estos datos lo hemos conseguido de Obras Sanitarias de la Nación, en su publicación "El problema del agua en el interior del país" -

Plan General de 1942 (20).

	<u>CRUZ DEL EJE</u> (conexión a una fáb. de mosaico)	<u>MALAGUEÑO</u> (tomado de una estancia).	<u>LA TOMA</u> (dpto. de dis- tribución).
Color.....	0	0	10
Turbiedad ....	0	0	0.5
pH .....	7.7	7.8	8.2
Residuo 105°C .	1240	1224	251
Dureza total en CO <sub>3</sub> Ca .....	300	265	144
Alcalinidad en CO <sub>3</sub> Ca:			
Bicarbonato...	357	334	165
Carbonato .....	0	0	0
Cloruros .....	166	92	8
Nitratos .....	5	2	-
Sulfatos .....	360	438	22
Fluor .....	2.5	1.2	0.9
Vanadio .....	0	0.05	0
Arsénico .....	-de 0.04	0.06	0
Hierro total..	0	0	0
Hierro disuelto	0	0	0
Manganeso .....	0	0	0



	<u>TRELEW</u> (tomada del dep. de reserva y distrib.)	<u>DOLAVON</u> (tomada del río Chubut)
Color .....	1	10
Turbiedad...	0.2	550
pH.....	7.7	8.2
Residuo 105°C	170	214
Dureza total en carbonato de Ca	83	73
Alcalinidad en CO <sub>3</sub> Ca:		
Bicarbonato...	196	90
Carbonato.....	-	0
Cloruros .....	12	27
Nitratos .....	0	-1
Sulfatos .....	10	28
Fluor .....	0.3	0.4
Vanadio .....	-0.05	-0.005
Arsénico .....	0	-0.04
Hierro total ..	0	0
Hierro disuelto	0	0
Manganeso .....	0	0

Para nuestros fines, estas aguas pueden ser utilizadas sin ningún tratamiento en la mayor parte de las operaciones, que son las de enfriamiento y disolución de la sal -en este caso hasta cierto punto es conveniente la presencia de CO<sub>2</sub>, pues contribuye a la eliminación de impurezas como Ca, Mg, etc.- Con respecto a la de Dolavon (río Chubut), que reúne excelentes condiciones químicas, puede ser usada previa una simple filtración, que retendrá las materias causantes de su elevada turbiedad.

.....

FACTORES DE DISTRIBUCION

A continuación haremos una reseña de las posibilidades de vinculación de los puntos que reúnen las condiciones que exige esta industria, ateniéndonos a sus vías de comunicación.

Estos datos nos ha sido gentilmente suministrados por el Automóvil Club Argentino.

Zona N° 1 : Consideraremos los puntos de comunicación entre:

- a) Malagueño - Salinas Grandes (de éstas tomamos San José, que hemos estudiado).

Hay un ramal ferroviario que liga Malagueño con la ciudad de Córdoba, de la que dista 22 Kms. y entre Córdoba y San José existe un camino directo, pavimentado hasta Jesús María. De esta población hasta San José hay un camino de tierra que reúne buenas condiciones de tránsito. La distancia entre Córdoba y Jesús María es aproximadamente de 40 Kms. y la de ésta a San José de unos 110 Kms.

- b) Cruz del Eje- San José. Existe un camino de tierra entre Cruz del Eje y Deán Funes, mejorado. La distancia entre estos puntos es de unos 60 kilómetros. De Deán Funes hasta San José tenemos el camino ya citado, que parte de Jesús María. La distancia que existe entre Deán Funes y San José es de 50 kilómetros.

Zona N° 2: Camino existente entre:

La Toma- Balde: El tramo entre las localidades de La Toma y la ciudad de San Luis, distantes 80 kilómetros, puede efectuarse sin inconvenientes, pues están unidos por un camino de tierra que está permanentemente transitable. En cuanto al tramo entre San Luis y la localidad de Balde, puede efectuarse muy bien, ya que son localidades unidas por camino pavimentado. La distancia aproximada es de 25 kilómetros.

Zona N° 3 - Trelew - Puerto Madryn. Entre estos dos puntos existe un camino de tierra que los vincula, con tránsito permanente. Su distancia es de 75 kilómetros.

Esto, en cuanto se refiere a caminos. Tenemos también las vinculaciones por ferrocarriles.

Así, los puntos señalados de la provincia de Córdoba - Malagueño, Dean Funes, San José-, se encuentran ligados por los ferrocarriles del Estado,

En la provincia de San Luis, la ciudad del mismo nombre, y la localidad de Balde, se encuentran ligadas por el Ferrocarril Pacifico.

En la zona señalada en la gobernación del Chubut, contamos con los Ferrocarriles del Estado.

.....

DISTRIBUCION DEL PRODUCTO ELABORADO A LOS CENTROS DE CONSUMO.

Otro factor de importancia, surge de la comparación del costo de los fletes para transportar el producto ya elaborado a los centros de principal consumo.

Evidentemente, en nuestro territorio, el principal consumidor habría que ubicarlo en la Capital Federal y sus alrededores, donde se encuentran situadas fábricas de vidrio, etc., que utilizan anualmente miles de toneladas de carbonato de sodio.

De cada una de las zonas señaladas, damos los costos de transportes por toneladas, suponiendo una tarifa idéntica para la de la piedra caliza en polvo.

PROV. DE CORDOBA.

de <u>Malagueño ó Córdoba á Cap.Federal</u> , por F.C.C.A.	
p/ piedra caliza .....	17.00 la tt.
p/ piedra caliza en polvo .....	18.32 la tt.
<u>Deán Funes- Cap.Federal</u> , por F.C.del E.....	18.78 la tt.

PROV. DE SAN LUIS.

de <u>La Toma</u> á <u>Cap.Federal</u> , por F.C.F. ....	13.06 la tt.
<u>San Luis</u> á <u>Cap.Federal</u> , por F.C.F. ....	13.20 la tt.

GOBERNACION DEL CHUBUT.

Puerto Madryn - Cap.Federal, via marítima .... 38.-- la tt

Como puede apreciarse, por este aspecto, resulta muy ventajosa la provincia de San Luis.

. . . . .



## BIBLIOGRAFIA

- 1) - HENGLEIN F.A. - Compendio de Tecnología Química.
- 2) - THORPE J.F. - Enciclopedia de Química Industrial.
- 3) - CHEMICAL & METALLURGICAL ENGINEERING - Process Industries. Flow Sheets and Data Book.
- 4) - FERRY - Chemical Engineer's Handbook.
- 5) - SHERWOOD / Absorption and Extraction - New York - 1937.
- 6) - BADGER y MC.CABE - Elements of Chemical Engineering.
- 7) - SCOTT'S STANDARD METHODS OF CHEMICAL ANALYSIS - Tomo II - V. Ed.
- 8) - GUIA DE T. PRACT. DE QUIM. ANALIT. CUANTITAT. - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- 9) - KOLTHOFF I.M. y SANDELL E.B. - Textbook of quantitative inorganic analysis.
- 10) - TE PANG HOU - Manufacture of Soda - Ed. 1942
- 11) - VILLAVECCHIA V. - "Traité de chimie analytique appliquée" - Ed. 1919.
- 12) - NAGERA J.J. - "La Sierra Baya" - Anales del Ministerio de Agricultura de la Nación, sección Geología, Mineralogía y Minería, Tomo XIV - N° 1 - Ed. 1919.
- 13) - ANGELELLI VICTORIO - "Los yacimientos minerales y rocas de aplicación de la República Argentina" - Ministerio de Agricultura de la Nación - Dirección de Minas y Geología - 1941.
- 14) - COGLIATTI, Alejandro: "Consideraciones sobre algunos calcáreos y cementos de la República Argentina". Tesis para optar al grado de Doctor en Bio Química y Farmacia. Buenos Aires. 1911.
- 15) - PELAEZ, JOSEFINA G. DE - "Sobre las calizas de la cantera El Sauce" - Rev. de la Univ. Nacional de Córdoba - Año XVIII, N° 9 y 10 - 1931.
- 16) - BEDER R. - "Los yacimientos de mármol de Quilpo (departamento de Cruz del Eje, provincia de Córdoba)". "Revista Minera", Tomo I - Bs.As. 1929.
- 17) - RIGAL R. - "Contribución al conocimiento de las Salinas Grandes de la provincia de Córdoba" - Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Tomo XXXIV, 1939.

- 18) - DELETANG L.F. - "La salina del Bebedero y sus relaciones con el sistema hidrográfico "Andino" o del Desaguadero". Dirección General de Minas, Geología e Hidrología. Publ. N° 47-Bs. As. - 1929.
- 19) - GEREZ J.M. - "Yacimientos de sal gema (sal de roca) del territorio del Neuquén". Almanaque del Ministerio de Agricultura. Año 1937.
- 20) - OBRAS SANITARIAS DE LA NACION - "El problema del agua en el interior del país" - Plan General de 1942.

.....

