

229

NOTAS SOBRE EL APROVECHAMIENTO

DE

LOS TEQUESQUITES DEL LAGO DE TEXCOCO



POR EL INGENIERO

TOMAS RUIZ DE VELASCO



MEXICO

EMPRESA EDITORIAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S. A.

1926

2  
1010



NOTAS SOBRE EL APROVECHAMIENTO

229

DE

# LOS TEQUESQUITES DEL LAGO DE TEXCOCO

POR EL INGENIERO

TOMAS RUIZ DE VELASCO



MEXICO

EMPRESA EDITORIAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S. A.

1926

SSA

NOTAS SOBRE EL APROVECHAMIENTO

DE

# LOS TEQUESCUILES DEL LABO DE TEXCOCO

POR EL INGENIERO

TOMAS RUIZ DE VELASCO



MEXICO

EN LA OFICINA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DE A...

1920

## NOTAS SOBRE EL APROVECHAMIENTO

DE

# LOS TEQUESQUITES DEL LAGO DE TEXCOCO.

POR EL INGENIERO

**TOMAS RUIZ DE VELASCO.**

M. A. I. A. M.

Estas notas son el complemento de un estudio que hice en 1921 del Saneamiento o Bonificación de los terrenos del Lago.

En 1917 la Secretaría de Comunicaciones publicó una convocatoria para llevar a cabo el proyecto de utilizar los terrenos del Lago en la agricultura. A la convocatoria, concurren presentando proposiciones, los Sres. J. R. Balme y Cía.; los señores A. Ramos y Zacani; el Sr. Ing. Mariano Barragán; y Felipe y Tomás Ruiz de Velasco.

Las tres primeras proposiciones estaban basadas en eliminar el tequesquite que impregna los terrenos del Lago, por medio de lavados superficiales, y no fueron tomados en consideración.

La cuarta proposición presentada por Felipe y Tomás Ruiz de Velasco, consistía en el empleo del drenaje profundo, con tuberías de barro, de modo que las aguas de los riegos disolviesen las sales que saldrían por los tubos de drenaje, dejando el terreno completamente depurado.

Se hicieron los ensayos en un pequeño lote de terreno, próximo al canal de desagüe del Lago (kilómetro 2) de una extensión de 40m. por 40m., consiguiéndose la depuración completa del terreno, que se sembró de betabel, cebada y alfalfa, obteniéndose tan buen rendimiento como en los mejores terrenos del Valle, quedando desde esa época sembrado de alfalfa, alcanzando las raíces una profundidad de más de un metro, en perfecto estado.

Al llegar a la Presidencia el Sr. Gral. A. Obregón, fué nombrado Secretario de Comunicaciones el Sr. Ing. Pascual Ortiz Rubio, quien me había conocido en Michoacán por las obras que hice de la desecación de la Ciénaga de Zacapu, por cuenta de los señores E. y A. Noriega; me comisionó para que hiciese el estudio del aprovechamiento de los terrenos del Lago de Texcoco, en unión de los señores Ings. Joaquín Corral y Teófilo Castro, de la Dirección de Obras Hidráulicas en la Secretaría de Comunicaciones.

Ese estudio del aprovechamiento de los terrenos del Lago de Texcoco, para la agricultura, está basado en dos ideas fundamentales: el empleo del drenaje profundo para eliminar el tequesquite y el aprovechamiento de las aguas pluviales del Valle recogiénolas en grandes depósitos en las barrancas, para utilizarlas en el riego de las tierras del Lago y a la vez impedir que esas aguas perjudiquen, con las frecuentes inundaciones, en tiempo de lluvias, a las tierras bajas del Valle, donde está situada la capital.

Cuando se hicieron las experiencias del procedimiento de drenaje, en el kilómetro 2 del canal del Lago, se colocó primeramente una línea de tubos a la profundidad de 1.80m. Para determinar la distancia a que en ese terreno debían estar las otras líneas, se hicieron excavaciones a diferentes distancias, observando hasta dónde llegaba la acción de la primera línea de tubos. Se tomaron muestras de la tierra cada 20 centímetros de profundidad, que se remitieron al Instituto Geológico y a la Escuela de Agricultura para su ensaye. El resultado de esos ensayos, dió por término medio una cantidad de tequesquite de 10%; con 2% ninguna planta vive.

Ahora bien, si se considera una capa de terreno del Lago de un espesor de dos metros, resulta una cantidad de tequesquite de ochenta millones de toneladas, que utilizadas para la fabricación de la sosa, pueden dar cinco millones de toneladas de sosa

cáustica cuyo valor en plaza oscila, alrededor de doscientos pesos la tonelada. ( $5.000.000 \times 200 = 1.000.000.000$  de pesos).

En caso de no aprovecharse el tequesquite, si se dejasen caer esas aguas cargadas de sales al Gran Canal de Desagüe, serían un daño grave y de funestas consecuencias para los que más abajo utilizan las aguas del Gran Canal en el riego de sus tierras, que en breve tiempo resultarían salobres.

De consiguiente, puede ser de mucho interés, en la resolución del problema del aprovechamiento de las tierras del Lago de Texcoco para la agricultura, el estudio y modo de utilizar el tequesquite. Voy a hacer una relación de lo que hasta ahora se ha hecho aquí y de lo que pudiera hacerse, para extraer la sosa de esa enorme cantidad de sales, que pudiera constituir una gran riqueza debidamente explotada.

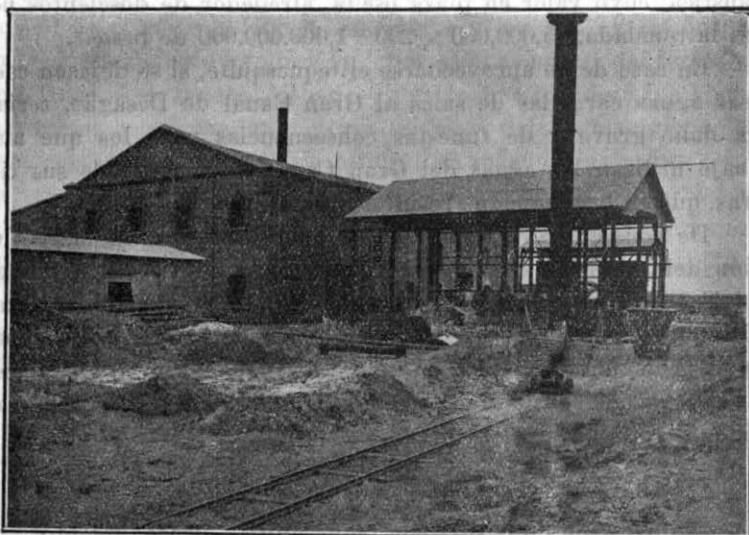
#### **Fabricación de la sosa con tequesquite.—Procedimiento a la cal, usado hasta ahora.**

Desde tiempo lejano, se ha utilizado en México el tequesquite para la fabricación de jabones y lejías. Algunos pequeños industriales, para mejorar sus productos, tratan las lejías haciéndolas hervir con cal. La cal precipita al estado de carbonato en el fondo y quedan en la solución, la sosa libre y una cantidad aproximadamente igual de cloruro de sodio.

Hace algunos años se estableció una fábrica en México para obtener la sosa cáustica del tequesquite, en el kilómetro 2 del Gran Canal, en el solar de la Fábrica de Carburo. Esa fábrica trabajó por los años de 1918 a 1919, con el nombre de Compañía "La Alpha" y se liquidó una vez que el precio de la sosa que había llegado a un mil pesos tonelada durante la guerra europea, descendió al precio normal de doscientos.

Parece interesante examinar, cuáles han sido las causas que impidieron que esa negociación llegase a un resultado provechoso, por lo que concierne al estudio del aprovechamiento de los tequesquites en México.

De los datos tomados con las personas que tuvieron a su cargo la dirección técnica, la administración y principales accionistas de la negociación "La Alpha", se deduce que las causas



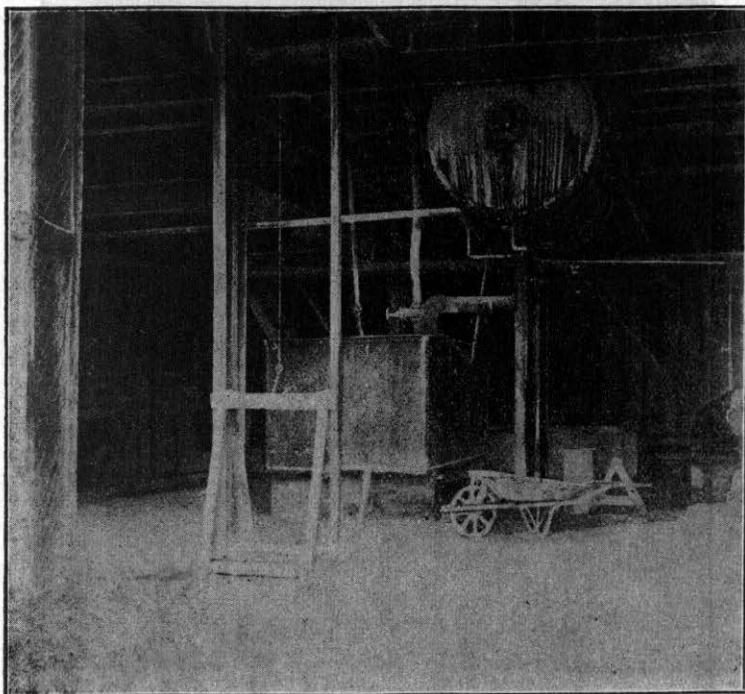
Vista de la fábrica de Sosa.

que originaron la liquidación, fueron varias, pudiendo sobrellevar las dificultades, cuando había suficiente margen en el precio.

La disposición general de la fábrica está hecha en tres grupos: sistema de lexiviación y decantación al aire libre; evaporación, caustización, filtros, en el edificio principal de mampostería y aparte, bajo un cobertizo, las pailas de concentración de la sosa.

La lexiviación del tequezquite, se hace en un gran cilindro vertical, que tiene un agitador de aire comprimido. El agua se incorpora lentamente, hasta llegar a una densidad del líquido de 16 grados Beaumé. El líquido se vacía en tanques de decantación situados inmediatamente abajo del cilindro de lexiviación y una vez claro y limpio, se bombea a tanques de depósito en el edificio principal.

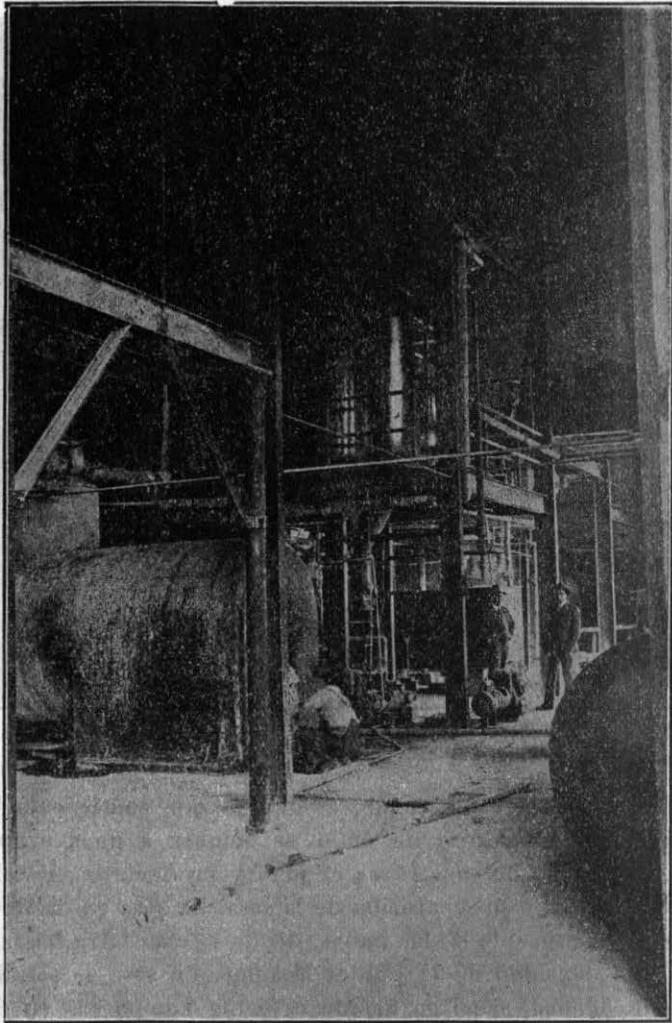
El tratamiento por la cal se hacía antes en un tanque, después se instaló un aparato de caustización, consistente en un cilindro horizontal, (colocado bajo los tanques de depósito), al que se imprime un movimiento de rotación por medio de una polea, una vez introducido en el interior el líquido o solución y la correspondiente cantidad de cal.



Caustización.

Terminada la caustización, el líquido que contiene la sosa mezclada con el cloruro de sodio, se bombea a unas evaporadoras, con el fin de concentrar el jugo y producir la cristalización del cloruro y su separación de la sosa. La sosa en disolución pasa al departamento de las pailas, donde se concentra hasta llegar a una densidad de 77 grados Beaumé. La sosa se solidifica quedando blanca, si no ha habido defectos o impureza en el líquido en la evaporación.

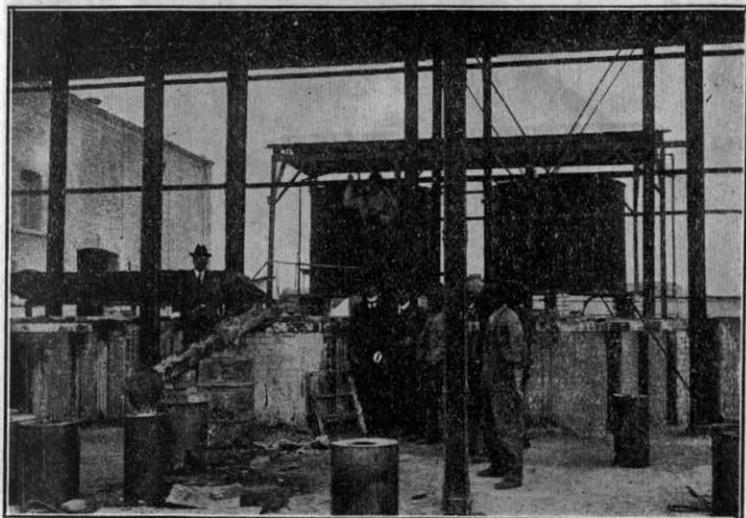
Los motivos o causas del fracaso fueron: 1o.—Perjuicios originados por la situación del país en esa época. Falta del combustible, confiscado frecuentemente en las vías férreas. Antes de la revolución la explotación del tequesquite en los terrenos del Lago de Texcoco estaba regularizada y había una producción constante de esas sales; a consecuencia de la revolución, se diseminó el personal y la producción de tequesquite fue completamente



Evaporadoras.

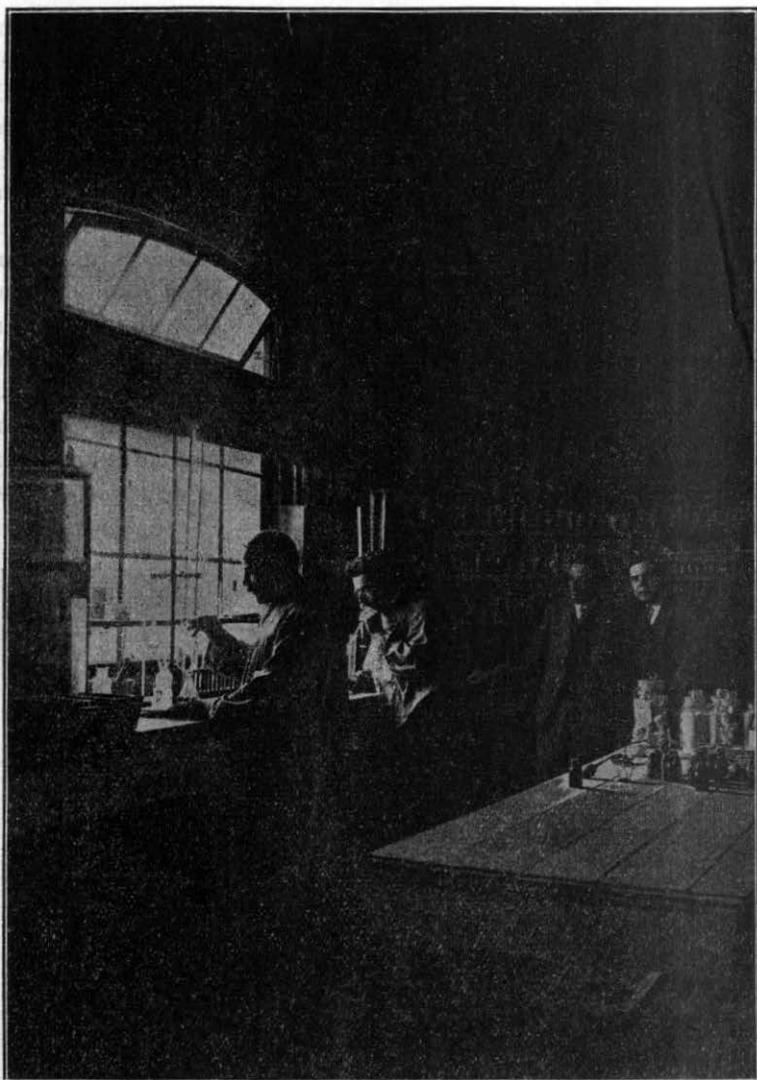
eventual, por lo que se vieron precisados a traerlo de otros rumbos y aun calcularon producir la sosa a base del sulfato que podían encontrar en el Estado de San Luis, habiendo al efecto comprado en Europa un horno rotativo que llegó después de cerrada la fábrica y aun existe en los patios sin haberse utilizado. Las diversas clases de tequesquite producían en la sosa diferentes colo-

raciones que exigían una modificación constante en el tratamiento y con ello más gastos por concepto de mayor vigilancia y personal técnico para el laboratorio. 2o. Dificultades técnicas. La dificultad principal, fué esencialmente en el manejo de los aparatos de evaporación. En esa operación se separa el cloruro de sodio por cristalización; esa cristalización se hacía muy lentamente y se suspendía cuando la densidad del líquido alcanzaba cierto grado. Procedían a filtrarlo para seguir evaporando hasta precipitar todo el cloruro. Esta maniobra resultaba muy dispendiosa y no fué posible regularizar ese trabajo; aumentándose por este concepto el costo de fabricación. 3o. El capital fué insuficiente, la producción de la sosa no pasó de una tonelada diaria con un costo de \$300. Las cantidades aportadas lo fueron por partidas limitadas, destinadas a cubrir necesidades apremiantes, añadiéndose a esas cantidades el producto de las ventas del día.



Fábrica de Sosa.—Pallas y embase de la sosa cáustica.

El conocimiento de las dificultades con que tuvo que luchar la Compañía "El Alpha" pueden servir tal vez en lo futuro, o en el estudio de ese método de fabricación.



Sres. Prof. Sierra; Ing. Medellín; Ing. D. Díez; Gte. Quirós.  
Laboratorio Fábrica "Alpha".

**Procedimientos que pueden emplearse.**

Hay dos procedimientos que pueden emplearse ventajosamente para utilizar el tequesquite en la fabricación de la sosa.

El procedimiento Solvay al amoníaco y el procedimiento por electrolisis.

### Procedimiento Solvay al amoníaco.

En un informe del Sr. Ing. Carlos F. Landero, al Instituto Geológico, fecha 20 de agosto de 1921, titulado: "Nota preliminar sobre el mejor aprovechamiento de los tequesquites del Lago de Texcoco" que copio textualmente, dice: "Las indicaciones que siguen hasta terminar esta nota, pueden ser de algún interés, para el caso que el estudio de la planicie salobre, llegue a computar con fundamento, que mediante un activo trabajo podría contarse con sales en cantidad bastante para poder considerarlas, como una materia prima industrial de alguna cuantía".

"Prescindiendo de separar unas de otras las tres sales, podría en junto mixto de ellas, servir de materia prima para fabricar sosa, por un procedimiento análogo al de Solvay, casi sin modificaciones. Las aguas cargadas de las tres sales, sesquicarbonato, cloruro y sulfato sódicos, se saturarían con amoníaco gaseoso y se haría pasar en el centro de la solución concentrada, una corriente de gas carbónico en exceso. La sosa se precipitaría en forma de bicarbonato, prácticamente insoluble en las aguas madres amoniacaes; dicho bicarbonato podría reducirse por calcinación moderada a carbonato alcalino (sosa común del comercio) o bien serviría para preparar la sosa cáustica.

"De las citadas aguas amoniacaes, se recobra el amoníaco, prácticamente todo, bajo la forma de clorhidrato y sulfato que sin necesidad de ser separados, suministran, mediante el tratamiento de la cal cáustica, el gas amoníaco, para las subsecuentes operaciones de saturaciones de nuevas soluciones. Como en todas las industrias químicas, en las que de una manera análoga se hace intervenir un reactivo susceptible de recobrase, solamente una fracción de éste se perdería, la cual fracción se logra que sea mínima".

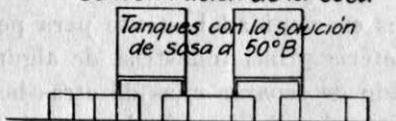
"Todas las soluciones acuosas para concentrarlas con economía de combustible, debe emplearse aparatos evaporadores de múltiple efecto, doble, triple, cuádruplo, como los que se emplean en la industria azucarera. El gas carbónico se obten-

## FÁBRICA DE SOSA

*Lexiviación  
y tanques de decantación*



*Concentración de la sosa*



*Caustización y evaporación*



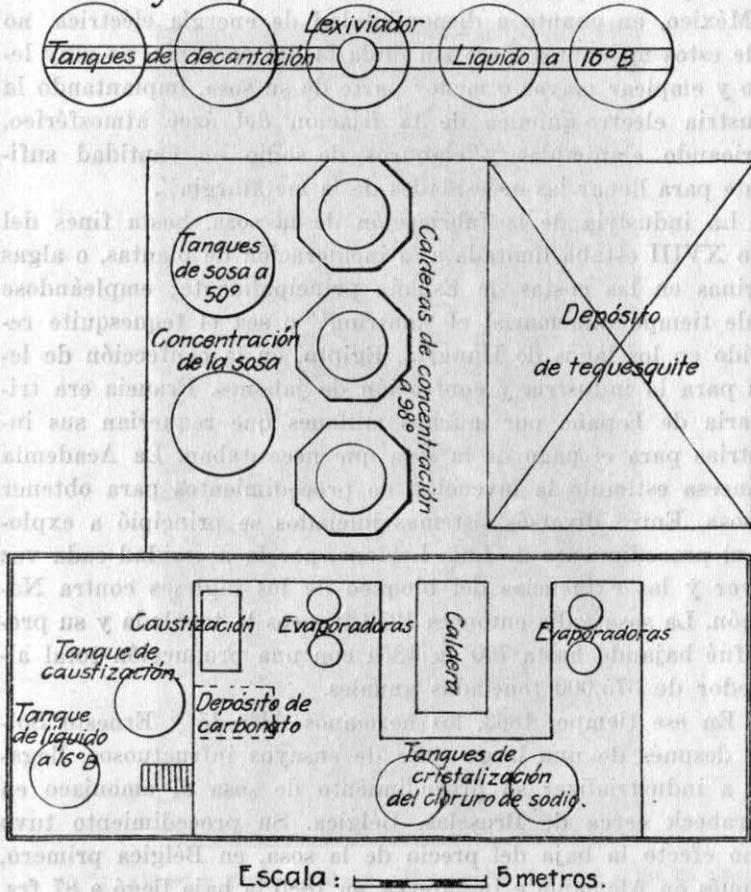
Escala:  5 metros.

dría sin costo imputable a la fabricación de la sosa, calcinando piedra caliza para obtener la cal, de suyo costeable. Sin embargo en el caso de poderse instalar una fábrica, podrá hacerse con entera independencia de extraña negociación, dotándola de sus propios hornos, para calcinar caliza, puesto que con ellos se proveería la fábrica de cal de reciente calcinación, que necesitaría para preparar con la sosa carbonada, la cáustica”.

“Circunstancias diversas de orden económico, podría determinar eventualmente, que convendría mejor separar una de otra las tres sales, carbonato, cloruro o sulfato. En el caso de

## FÁBRICA DE SOSA

Lexiviación  
y tanques de decantación.-



montar una gran fábrica pueda ser que costease, apartar los tequesquites ricos relativamente en potasio, para sujetarlos a tratamiento recobrando dicho cuerpo al estado de cloruro, de sulfato o de mezcla de ambos, pues así sería vendible el producto para la agricultura, derivando el beneficio de este gran enmendante de las tierras, cuya liberal aplicación, causaría importante aumento de la producción de cereales, con la consi-

guiente baja del costo de ella, recompensando con ello el aumento actual en los gastos de cultivo”.

“La fábrica caso que la provisión de materia prima fuese amplia, podría aprovechar las condiciones favorables del Valle de México, en cuanto a disponibilidad de energía eléctrica, no la de estos momentos, pero sin duda la del porvenir, no muy lejano y emplear mayor o menor parte de su sosa, implantando la industria electro-química de la fijación del ázoe atmosférico, fabricando cianimidas y cianuros de sodio en cantidad suficiente para llenar las necesidades de la metalurgia”.

La industria de la fabricación de la sosa, hasta fines del siglo XVIII estaba limitada a la incineración de plantas, o algas marinas en las costas de España principalmente; empleándose desde tiempo inmemorial el “natrum” o sea el tequesquite recogido en los lagos de Hungría, Egipto, en la confección de lejías para la industria y confección de jabones. Francia era tributaria de España por muchos millones que requerían sus industrias para el pago de la sosa que necesitaban. La Academia Francesa estimuló la invención de procedimientos para obtener la sosa. Entre diversos sistemas iniciados se principió a explotar el procedimiento de Luis Leblanc, por la necesidad cada vez mayor y las exigencias del bloqueo de los ingleses contra Napoleón. La sosa valía entonces 1250 francos la tonelada y su precio fué bajando hasta 700 en 1864 con una producción total alrededor de 375,000 toneladas anuales.

En ese tiempo, 1863, los hermanos Alfredo y Ernesto Solvay después de una larga serie de ensayos infructuosos, llegaron a industrializar su procedimiento de sosa al amoníaco en Schrabecq cerca de Bruselas, Bélgica. Su procedimiento tuvo como efecto la baja del precio de la sosa, en Bélgica primero, después en Alemania e Inglaterra, en 1880 la baja llegó a 87 frs. tonelada concertándose con los fabricantes alemanes “un cartel” por el que se fundaron fábricas alemanas en combinación con Solvay. El precio subió a fres. 137. En 1890 se concertó el cartel con los fabricantes ingleses, estando el precio a 137 frs. y la producción un millón de toneladas, el precio subió a 162 frs. La producción continuó aumentando siendo en 1904 de dos millones y de cinco millones de toneladas en 1914.

Hoy se fabrica el 90% de la sosa en todo el mundo, por el

procedimiento Solvay, habiendo conservado estos señores el control de su procedimiento. Alfredo Solvay murió en 1894 y Ernesto Solvay el verdadero inventor vivió hasta 1922, dejando una fortuna considerable.



M. M. Alfred y Ernest Solvay.—Fotografía de 1888 a los 25 años de la fundación de la Sociedad Solvay y Cía. Bruselas, Bélgica.

El costo de la fabricación de la sosa del comercio o sea el carbonato calcinado, varia según las circunstancias de cada fábrica. **El éxito obtenido por Solvay, consistió** en que procuraron establecer las fábricas donde había **sal barata, piedra de cal buena y abundante y combustible barato.** En las fábricas donde se hallaban reunidas estas condiciones, la sosa carbonato cal-

cinado se obtenía con un costo de 56 frs. oro la tonelada y de 75 cuando las circunstancias no eran tan favorables.

### Fabricación de la sosa por la electrolisis.

En estos últimos años, se ha hablado mucho de los progresos en la fabricación de la sosa y de la potasa por la electrolisis. La fabricación de la sosa por la electrolisis ha constituido un progreso tanto mayor cuanto que cada día aumenta en todos los países el aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas para conseguir energía eléctrica en condiciones económicas. La fabricación de la potasa por electrolisis ha sido un éxito completo, pero no afecta sino a los fabricantes alemanes quienes poseen los yacimientos de Stassfurt y tienen controlada ya la fabricación.

Por la electrolisis los metales van al anodo o polo positivo y los álcalis al negativo o catodo. En una solución de cloruro alcalino, el cloro va al anodo y el álcali o sosa al catodo. La avidez con la que tienden a recombinarse estos dos productos, es la principal dificultad de esta industria.

Esta separación de los productos se practica principalmente por tres procedimientos que son la base de muchas patentes: Sistema por vía de diafragma, Sociedad Griesheim Electrom de Alemania, aplicado en Alemania, Francia y España. Sistema de la Campana tipo Gloke-Berlín. Sistema de Catodos de metal líquido, en frío con mercurio y en caliente con plomo.

En el procedimiento de metal líquido, están los de Castner Keller Alcaaly Comp., Inglaterra y Estados Unidos; Solvay en Jemeppes Deubsche Solvay Kerke en Alemania. Como tipo del sistema de metal en caliente o plomo fundido el sistema Hulin y el de Acker en Niágara Falls, E. U.

En el primer sistema por vía de diafragma, la solución de cloruro alcalino a descomponer, está dividida en dos partes por un diafragma poroso, que permite el paso de la corriente, sin gran consumo de energía. El álcali engendrado en el polo negativo o catodo, queda así separado del cloro libre, que se forma en el polo positivo, dentro de un límite de aglomeración del álcali, definido por una ley que "la corriente se reparte proporcionalmente a su concentración". Este procedimiento del diafragma pro-

duce soluciones bastante cloruradas y con poco álcali, por lo que es necesario concentrarlas por evaporación.

En Inglaterra y Estados Unidos se emplean de preferencia el sistema Hargreaves Bird y el de MacDonald y Townsend. La alimentación se hace por el anodo; el espacio del catodo es muy limitado y no puede concentrarse mucho álcali. La solución produce 150 gramos por litro, el rendimiento es triple que en el procedimiento anteriormente descrito.

Segundo sistema de la Campana o por gravedad. Está basado en la diferencia de densidad del líquido que rodea a la campana y del que está dentro. El líquido entra por el anodo colocado dentro de la campana y por allí también sale el cloro. No hay división porosa que aumenta siempre el gasto de fuerza, el álcali producido, desciende por densidad, formando una capa más espesa, con una velocidad proporcional a la fuerza de la corriente. A fin de evitar los trastornos que resultan de la falta de regularidad de la corriente, se emplean campanas chicas en gran número, en vez de una sola, repartidas en un depósito de grandes dimensiones. La característica de este procedimiento es que su funcionamiento exige que la temperatura no pase de 35 grados. Se obtiene con 4-5 volts por electrolizador, 85% de rendimiento, 100 a 150 gramos por litro.

Estos dos sistemas dan soluciones alcalinas a concentrar.

Tercer sistema. Al contrario de los anteriores, este sistema produce lejías alcalinas casi exentas de cloruros y cuya concentración es fácil; resultando una economía en la evaporación y un producto de mayor pureza.

El tipo de metal líquido se subdivide en tipo a catodo de mercurio y tipo de metal plomo. El de catodo de mercurio, consiste en una amalgama de sodio que se va produciendo en el catodo, que después se separa al abrigo del líquido del anodo.

La amalgama de sodio no se descompone fácilmente a la temperatura ordinaria y habiendo poca corriente en el líquido, a menos que se ponga en contacto con metales como el hierro, cobre o platino, entonces hay producción de hidrógeno.

El tipo de plomo consiste en hacer absorber al catodo de plomo en fusión, hasta 4% de sodio que luego se descompone con inyecciones de vapor, resultando: plomo, sosa cáustica e hidrógeno.

Este procedimiento ideado por Hulin en Francia, fué abandonado y vuelto a experimentar en Niágara Falls por Acker; la fábrica se incendió y no ha sido reconstruida.

En México se ha montado últimamente en Orizaba, Ver., una fábrica de sosa por la electrolisis, para una producción de tres toneladas de sosa diarias y siete de cloruro de cal, cuyos resultados aun no se conocen.

La utilización del cloro producido en el anodo, es el problema económico cuya solución es de suma importancia en el éxito de esta fabricación. La enorme proporción de cloruro de cal que se forma, en casi doble cantidad que el producto principal, es un serio obstáculo en la realización de ese producto secundario. Así se ha buscado con empeño, el empleo del cloro y sus derivados. En Alemania los usan para la preparación de los colores de anilina, en la preparación del ácido clorhídrico, en la del bromo y del yodo. Se emplea en la preparación del tetracloruro de mercurio, en el tratamiento de los metales de zinc y plomo y también en la preparación del fosfato soluble.

Estos dos últimos empleos del cloro, son muy importantes en México, especialmente la preparación del fosfato soluble o superfosfato, por la necesidad de tener abonos baratos para la agricultura, cuyo consumo pudiera lograrse en cantidades casi ilimitadas, dada la tendencia a obtener el aumento de producción y abaratar el costo de la vida.

El costo de producción del superfosfato en México, aumenta con el precio del ácido sulfúrico, que para ello se emplea generalmente, conviniendo tal vez el utilizar otro ácido.

Ultimamente se ha montado en Suecia una fábrica de fosfatos solubles que se obtienen por la electrolisis de una solución de clorato de sosa o de perclorato. Se forma ácido clorhídrico que sale por el lado del anodo y pasa a unas cajas que tienen fosfato de cal. El fondo de las cajas está perforado y por allí sale el líquido saturado de fosfato, a dicho líquido se incorpora el líquido alcalino del catodo, teniendo cuidado de remover la solución. En estas condiciones se forma un depósito de fosfato ácido soluble en el citrato.

La composición del producto obtenido depende de la cantidad de cal que contenga el fosfato, siendo necesaria mayor can-

tividad de ácido y por consiguiente mayor costo de fuerza motriz en producirlo.

En resumen. El procedimiento Solvay al amoníaco es bien conocido, práctico y seguro. En el Valle de México abundan las sales de sosa en los terrenos del Lago en enorme cantidad y en las cercanías hay piedra de cal buena y abundante, pero falta el combustible barato, lo que haría subir el precio de costo. Por la electrolisis, puede obtenerse la sosa a menos precio, pero es necesario contar con fuerza eléctrica en condiciones económicas, siendo esto factible, y además la realización de los productos secundarios del cloro.

En todo caso, la producción del excedente del consumo en la República, tendría que exportarse a precios en competencia con los mercados extranjeros, de donde hoy se surten los importadores de la sosa.







