

# La Industria del Salitre de Chile

Centenario - Cosach - Convenios

Sistemas actuales de beneficio

**E**N el mes de Julio recién pasado, han tenido lugar los dos grandes acontecimientos salitreros que debían realizarse en dicho mes: la celebración del Centenario de las primeras exportaciones del salitre natural y la formación de la gran Compañía «Cosach», que unirá a los salitreros con el Gobierno de Chile en la forma que precisa la correspondiente ley de la República, que se dictó el mismo día 21 de Julio en que se celebraba el citado centenario. A la vez se han estado realizando conferencias para llegar a acuerdos con los salitres sintéticos.

Una ligera crónica publicaron al respecto los ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS, por ello solamente agregaré algunas anotaciones.

## CENTENARIO DEL SALITRE NATURAL

La celebración del Centenario, se verificó en forma interesante con una serie de festividades acordadas entre el Gobierno y la Asociación de Productores de Salitre de Chile.

El grupo de intelectuales norteamericanos invitados a las fiestas, participó de ellas, y de paso por la pampa salitrera pudo conocer las dos más grandes

usinas del salitre —la Oficina «María Elena» del Cantón de Tocopilla y la Oficina «Chacabuco» de la Zona de Antofagasta— así como algunas de nuestras ciudades y establecimientos principales.

La publicación de un libro: EL SALITRE (*Resumen histórico desde su descubrimiento y explotación*), un *Album Editado en Conmemoración del Centenario* y una medalla para recuerdo de ese acontecimiento, completaron la celebración de los cien años de vida internacional que lleva el salitre natural.

COSACH

En cuanto a la formación de la Compañía Salitrera de Chile, llamada «Cosach» en su abreviación cablegráfica; dentro del mes de Julio fué aprobado el proyecto de ley, que se dictó el 21 de dicho mes, después de hechas al proyecto primitivo las ligeras modificaciones que las Cámaras de Diputados y Senadores estimaron conveniente introducir. Si algunos detalles quedaron por aclarar, lo harán los estatutos y reglamentos que formulará la comisión nombrada por el Gobierno de Chile, junto con la que designen los Productores de Salitre. De acuerdo con todas esas disposiciones,

procederán en el acto a organizar la gran Compañía.

#### CONVENIOS CON LOS SINTÉTICOS

De extraordinaria importancia han sido también, las reuniones que han tenido lugar en París y en Berlín para buscar un acuerdo entre los productores de salitre sintético y los del salitre natural, con el objeto de evitar una ruinoso competencia.

Según publicaciones últimas, el Sindicato Alemán de Nitratos estaba ya autorizado para negociar un acuerdo con Chile en las reuniones de Berlín. Entrarían en ese acuerdo económico, firmas de Alemania, Gran Bretaña, Noruega, Francia, Italia, Bélgica, Checoslovaquia y Polonia—excluyéndose Estados Unidos—para convenir cuotas de exportación de los nitratos, distribución de los mercados mundiales y la regulación de los precios de venta.

Esos convenios no han de ser por mucho tiempo, pero evitarán una lucha próxima de precios, que sería ruinoso para ambas industrias y ello sin provecho duradero para la agricultura del mundo; pues lo que paga actualmente por los salitres para abonar sus tierras, es generosamente compensado con la mayor producción obtenida, y la baja de precios durante la lucha, sería solamente hasta que se produjera el cierre de las usinas menos eficientes, que traería de nuevo la escasez de salitres y el alza consiguiente de ellos; mientras que las bajas permanentes y sistemáticas de precios, a medida que bajan los costos de producción, son duraderas y provechosas.

Lo que hay que temer para más tarde, es la propensión de extender las fábricas de salitres artificiales por el mundo entero; pues, cada país desea producir dentro de su territorio, el elemento

que le serviría esencialmente en caso de guerra y en todo tiempo, como abono *a mano* para sus tierras. Para ese período de lucha, que vendrá algo antes de que las naciones obtengan ese ideal, debe prepararse la gran Compañía Salitrera de Chile, desde el momento mismo en que quede organizada de acuerdo con sus ventajosísimas condiciones.

NOTA.—Terminado este artículo, la prensa publica hoy, 13 de Agosto, la celebración del nuevo acuerdo entre los países europeos productores de salitres artificiales y la industria salitrera de Chile, que alcanzo a dar en resumen:

Comprende 98% de la producción europea de nitratos y junto con el salitre de Chile abarca el 80% de la capacidad total de producción del mundo.

Será por un año, pero durante él se efectuarán negociaciones para suscribir un pacto a largo plazo.

Se restablece la restricción de las exportaciones, la regulación de los precios y la creación de un fondo especial entre los productores europeos y chilenos, según su capacidad productiva, para compensar a los firmantes del Pacto, por la reducción que hagan de sus producciones. Con ello se reajustará la sobreproducción de los fertilizantes nitrogenados al nivel de las necesidades del consumo.

Agrega, que cálculos exactos han demostrado que la actual capacidad de producción es suficiente para hacer frente a la demanda mundial durante muchos años. Hecho que demuestra debe evitarse la construcción de nuevas plantas.

El Pacto dispone que cada industria abastece su mercado interno hasta donde sea posible en calidad y cantidad. Y que habrá necesidad de celebrar acuerdos especiales para regular las importaciones de nitratos a los países signatarios del Pacto y a los que queden fuera de él.

Termina diciendo que los precios no sobrepasarán a los del último año y que, siempre que las condiciones de la industria lo permitan, es de esperar que se reduzcan. Sin embargo, los mismos acuerdos previenen que amenaza una caída de precios en los mercados de exportación.

La propaganda se hará sobre líneas acordadas en común.

SISTEMAS ACTUALES DE BENEFICIO

Dos son los procedimientos únicos de beneficio, que emplea actualmente la Industria del Salitre de Chile para su elaboración: el sistema Guggenheim y el sistema Shanks

Las cuotas actuales de producción de ellos—considerando todas las Oficinas del sistema Shanks que están en condiciones de trabajo, por una parte, y por la otra la Oficina «María Elena» y la Oficina «Pedro de Valdivia», que se terminará en Julio de 1931, ambas del sistema Guggenheim, serían las siguientes:

Oficinas del sistema Shanks 2.250,000 toneladas de salitre anual.

Oficinas del sistema Guggenheim 1.250,000 toneladas de salitre anual.

Producción total del salitre: 3.500,000 toneladas de salitre anual.

*Sistema Guggenheim*

Este procedimiento—que está en práctica desde Noviembre de 1926 en la Oficina «María Elena» del Cantón de Tocopilla y que se aplicará pronto en la Oficina «Pedro de Valdivia», actualmente en construcción y también de la Zona de Tocopilla—será aplicado en todas las grandes usinas nuevas, que se construyan para ir reemplazando antiguas cuotas del procedimiento Shanks. Se caracteriza el sistema Guggenheim, por las grandes proporciones con que debe ser instalado para que tenga éxito completo.

Los principios fundamentales del procedimiento Guggenheim, son análogos a los del procedimiento Shanks. Ambos procedimientos son extractivos del nitrato de sodio—de la materia prima caliche—por lixiviación o lavados sucesivos con agua, que lo disuelve (tanto más cuanto mayor sea la temperatura a que convenga tratarlo) y que lo de-

posita en cristales al enfriar las soluciones concentradas que resultan.

Las distintas operaciones de extracción, acarreo y acendrado de la materia prima, pueden ser análogas en ambos sistemas, así como los elementos que emplea. Las diferencias están en la magnitud y en lo completo de las instalaciones que usa el procedimiento Guggenheim, así como en la manera de seleccionar la materia prima y el grado de impureza con que la lleva al beneficio.

Otra de las características importantes del sistema, es que usa solamente calores perdidos de los motores Diesel de la casa de fuerza y de las compresoras de amoníaco. Por medio de aparatos intercambiadores de temperaturas, el calor de los gases de escape y el del agua de enfriamiento de los Diesel, así como el calor de condensación del amoníaco, son aprovechados para calentar las soluciones que circulan por los cachuchos para disolver el nitrato. También recurre al empleo de estabilizantes, cuando en los caliches no hay las materias apropiadas para evitar la formación de sales dobles que perjudican la elaboración.

Como el procedimiento Guggenheim ha sido descrito en revistas y publicaciones, me limitaré a seguir exponiendo las características principales y algunas de las modificaciones últimamente introducidas en las instalaciones de la Oficina «María Elena».

Debo mencionar desde luego la granulación del salitre, por fusión y esparcimiento al aire libre, al través del cual se granula y cae al fondo de un gran silo o cámara, de donde es extraído para su ensacadura, pesada y costura de los sacos especiales en que se exporta, en condiciones que ninguna otra usina lo hace por ahora.

Para el orden de las descripciones que sigan, clasificaré las operaciones a que

me refiera en el orden en que se presentan en el trabajo.

—  
*Extracción y Acarreo.*—Los trabajos de la pampa o mina para la extracción y acarreo del caliche, se hacen en «María Elena» con la perfección técnica que es posible obtener al manejar masas enormes de materias con apropiadas y valiosas instalaciones; pues se movilizan unas 16,000 toneladas de caliche diariamente, además de una cantidad casi igual de tierras y materias estériles que lo cubren. En Marzo extraía 19,000 toneladas de caliche.

—  
 Cabe hacer presente, antes de enumerar los elementos que se emplean: Que los tiros de cateo o reconocimientos del terreno—que antes se hacían en su parte principal, en lo que se llamaba el cañón del tiro, con un diámetro de unos veinte o treinta centímetros y que solamente en el comienzo eran algo más anchos—los hacen ahora con un diámetro de un metro en toda su profundidad, lo que permite sacar fácilmente las muestras y que penetren los ingenieros al interior de ellos, para medir los espesores de las distintas capas del terreno que atraviesan, para clasificar en cuatro grados las durezas de ellas y para estimar por medio de la mecha la ley aproximada de las capas calichosas, dejando marcada la parte donde debe practicarse la zanja vertical de diez centímetros de ancho para tener las muestras del tiro separadas por cada capa, todo lo cual se anota en croquis especiales. Esto cuesta caro, pero proporciona datos precisos que son de gran utilidad.

Los tiros, que van en las intersecciones de las cuadrículas que se rayan en el terreno, se fijan en los planos, que son a escalas de 1/2000, 1/5000 y 1/10000; los planos generales, se levantan con curvas de nivel de metro en metro o de

5 en 5 metros. Sobre esos planos se estudian y proyectan los trabajos de la pampa, calculándose con bastante anticipación todo lo de las secciones que deben irse explotando y lo que se irá obteniendo de cada una de ellas.

—  
 Las calicheras se trabajan por rajos, en espaciosas zonas de 1,600 metros de largo y 600 de ancho, que se subdividen en secciones menores que llaman cortes, que se van abriendo sistemáticamente y que tienen un ancho de 14 metros, que es la faja de acción de las dragas y de las palas.

Cada rajo tiene una línea de fuerza transportable de 2,400 volts. una cañería de 3" de diámetro para aire comprimido y una línea de ferrocarril con durmientes de acero. En cada corte o rajo trabajan: una draga, una pala mecánica y varias perforadoras.

Para las operaciones de extracción y carguío, emplean el siguiente equipo:

Cinco dragas de 1.5 yardas cúbicas y cuatro de 3 yardas cúbicas. Estas últimas han sido accionadas siempre por motores eléctricos; pero las 5 chicas, que vinieron con motores Diesel para los trabajos de excavaciones y otros de la construcción de la planta de la Oficina, cuando trabajaron en la pampa demostraron que esos motores no convenían y fueron cambiados en cuatro de ellas por motores eléctricos. Las dragas se emplean para excavar o quitar la sobre carga de tierras y materias sueltas estériles que tapan o cubren la capa de caliche.

El resto del equipo lo forman diez robustas palas eléctricas de 3 yardas cúbicas de capacidad, que se destinan a la remoción de los grandes trozos de caliche, requebrados por explosiones de tiros, y al carguío de ellos en los convoyes de carros que hacen el acarreo hasta la planta de beneficio.

En cada corte o rajo, después de salter partes estériles o muy pobres, se va excavando con las dragas, primero la tierra suelta y después la costra estéril o de muy baja ley—que se ha removido y quebrado previamente por tronaduras de series de tiros cargados con pólvora negra, que se fabrica especialmente en la misma usina—depositando los desmontes en la hoyada contigua, que quedó en el rajo explotado inmediatamente antes.

Destapada ya por las dragas la capa de caliche (Figura 1) en un largo conveniente—para no ser alcanzadas por los tiros—y en todo el ancho del corte, se procede a labrar con perforadoras apropiadas las series de tiros que han de quebrar y remover toda la capa de caliche de esa parte, haciendo la explosión en conjunto por medio de detonadores eléctricos. (Figura 2).

Llegan entonces las grandes palas mecánicas, que son prolijamente manejadas por operarios chilenos, remueven con los cantos del cucharón, separando unos de otros los grandes trozos de caliche—que se requebran con tiros pequeños cuando no caben en los cucharones—haciendo resbalar a la vez la tierra y piedras que aun los cubren, los hacen entrar al cucharón que lo llenan bien y girándolo suavemente, vacían esa carga a los tarros, que han sido dejados en el desvío que por la orilla corre a lo largo del corte, como se muestra en la figura 3, que como las anteriores tomo del álbum editado en conmemoración del centenario del salitre de Chile.

Cuando la draga termina su trabajo en el extremo del corte, la pala va haciendo el carguío más o menos en la mitad y entonces la draga vuelve atrás, para empezar a destapar el caliche del siguiente corte y, cuando ya es necesario, sirviendo como grúa traslada por trozos de 20 metros con un aparato arre-

glado especialmente, la línea de ferrocarril para dejarla lista en el corte contiguo.

Se estima que el trabajo de las palas mecánicas permite una eficiencia de 8 a 9 veces más del trabajo por hombre de lo que puede hacer a mano; así, para producir 16,000 toneladas de caliche se necesitan unos 700 hombres, mientras que para hacerlo a mano se necesitarían sus 6,000 operarios.

Cargados, como se ha dicho, uno a uno los carros de acero de 30 toneladas de capacidad—que pueden correrse por gravedad a expensas del ligero declive de la línea férrea, hasta que el convoy de 6 a 7 carros quede listo—llega la locomotora eléctrica para conducir ese convoy hasta la estación de carros del patio de las chancadoras.

Terminada la explotación de cada corte, la línea eléctrica, la cañería de aire y la línea del ferrocarril, deben ser movidas unos 14 metros hasta el corte contiguo.

Durante el acarreo del caliche no hay posibilidades de accidentes, porque los convoyes entran por una línea y salen por otra; pues hay dos líneas principales en las extremidades de los cortes, adonde van a empalmar las líneas provisionales de los rajos por medio de cambios automáticos. Por la línea principal las locomotoras eléctricas reciben la corriente por trolley, pero al entrar a los desvíos de carga de los rajos se separan de la línea eléctrica y son accionadas por sus baterías de acumuladores.

Como ha podido notarse, el caliche no se limpia ni se selecciona a mano para mejorar la ley, como se hace en el procedimiento Shanks. Tal cual salen los trozos del terreno—libres solamente de la tierra y piedras sueltas que los cubrirían aún y que resbalan durante las movilizaciones para el carguío—es mo-

vido y cargado por máquinas y acarreado hasta las acendreras sin que sea tocado por operarios. Esta falta de limpieza especial contribuye a que la ley media del caliche sea baja, 8.5 y hasta 8% en el caso de la Oficina «María Elena»; pero ello es aceptable porque la molienda es pequeña y porque es muy prolongado el tiempo que dura la lixiviación del caliche. La operación resulta al final muy eficiente, pues el rendimiento de la Oficina es entre 80 y 90% y produce salitre extra refinado.

Sin la selección del caliche, economizan las muy caras y penosas operaciones a mano de la requebradura, selección y respaldeo para quitar las partes malas o pobres, además de los movimientos de grandes cantidades de las tierras que los cubren; todo lo cual se hace por obreros especiales, por particulares, en el sistema Shanks.

El carguío, que es también penoso y caro, hecho por hombres en el procedimiento Shanks, haciéndolo por las palas mecánicas y en grandes trozos en el procedimiento Guggenheim, resulta de muy poco costo.

Esas dos operaciones, de extracción y carguío, puede decirse son las que producen el bajo costo general del procedimiento Guggenheim, pues su costo por tonelada de caliche es como la tercera parte y por quintal de salitre como la mitad de lo que cuesta la extracción y carguío en el procedimiento Shanks, que son actualmente las operaciones más costosas.

Y todavía más, con ese abundante empleo de máquinas en el procedimiento Guggenheim, se disminuye considerablemente el número de obreros ocupados en una gran Oficina, lo que disminuye mucho el número de habitaciones del campamento y la capacidad de las construcciones que exige el bienestar de esos obreros. Eso permite hacer mayores

gastos para dar confort a las viviendas del campamento y a los servicios anexos, y siempre hay una gran economía de primera instalación.

—  
*Acendrado y lixiviación.*—Los carros de caliche que van llegando de la pampa al patio de las chancadoras, esperan su turno para ser subidos por un winche especial al plano inclinado que los va colocando uno a uno en el vaciador rotativo, llamado cuna (Figura 4), adonde asegurado especialmente es volcado el carro íntegro con todo su contenido, que se vacía sobre un transportador metálico de 72 pulgadas de ancho, el que se descarga sobre una parrilla o reja fija. En esta se separa el material grande que sigue por encima a la chancadora de quijadas que tiene de boca 66" por 84", y el más chico pasa para ir a una planta de arneros, adonde se separa lo grueso que sigue a otras chancadoras de más adelante, y la tierra, junto con los trozos chicos estériles o pobres que fueron cargados con las palas, junto con los trozos grandes de caliche, pasa a través en gran parte al recibir fuertes golpes el caliche, completan como un 20% del material extraído por las palas y llevan una ley de su 3% de nitrato; esa tierra, cuyo peso lo anota una romana, se bota a los rípios y constituye la única selección o limpia que se hace al caliche.

Todo el caliche que es quebrado por la chancadora de quijadas sigue por transportadores o alimentadores metálicos a dos acendreras giratorias de 30". A ellas mismas llega el caliche de las palas que se separó de porte mediano en las parrillas al vaciar los carros y que no necesitaron pasar por la chancadora de quijadas. Y a otras dos chancadoras giratorias, análogas a las anteriores, es llevado a la vez el caliche de mejor ley, que es extraído a mano por particulares en la Oficina «Coya Sur».

Todo ese caliche, así triturado y mezclado, se transporta en seguida a la planta de chancado secundario, que reduce todo a un tamaño de menos de 3/4 de pulgada. En la primera serie hay tres chancadoras «Symons», dos del tipo de discos y una cónica de capacidad de 500 toneladas por hora, que trabaja desde Julio de 1928 con mejores resultados. Finalmente, todo este caliche triturado chico pasa a la última serie de 6 chancadoras «Symons» también, para hacer el último chancado fino, que se reúne todo en una correa transportadora, donde se pesa y sigue a la planta de harneros, para dividirse en tres porciones y tomar tres caminos distintos: la parte principal, lo más graneado, se junta con parte más chica intermedia y son conducidos, pesándolos también, por una larguísima correa hasta los cachuchos que se llenan así con material de 8 a 9% y de tamaño entre 1/2 y 3/4"; la mayor parte de los finos se llevan por un elevador a la planta de filtros, después de pesados, y otra parte de esos mismos—que no alcanzan a ser tratados en los filtros—se botan también a los rípios después de pesada su cantidad.

A fines del año pasado se cambió el vaciador rotativo, la rampa o buzón, debiéndose haber ampliado a 96" el ancho del alimentador metálico, y otros accesorios de la gran chancadora de quijadas, aumentando la capacidad de ellos y la robustez de sus miembros.

La planta de lixiviación de «María Elena» empezó con 8 grandes cachuchos de cemento armado con capacidad para 7,500 toneladas de caliche cada uno. En 1928 agregó dos cachuchos más, quedando con 10 cachuchos iguales, y a mediados de 1929 les aumentó la altura en 15" para dejarlos con una capacidad de 8,000 toneladas cada uno. Como los segundos fondos filtrantes se obstruían

y dañaban, fueron modificados reforzándolos con parrillas de rieles.

Las dos grandes instalaciones móviles, que corren a ambos lados de los cachuchos (Figura 5), el puente de carguío del caliche y el puente para desrípjar con dragas, no funcionaban bien, porque no se mantenía la corriente eléctrica apropiada; por ello fué necesario hacer las reparaciones y mejoras consiguientes, corrigiendo a la vez la alineación de los rieles por donde ruedan ambos puentes.

La planta de filtros es de tipo Moore de vacío, fué proyectada para trabajarla en frío; pero, como no tenía capacidad suficiente para todos los finos, además de aumentar la planta, se cambió el proceso para soluciones calientes, a fin de que la lixiviación fuese más rápida. El año pasado se consiguió aumentar la temperatura de tratamiento y los resultados han sido mucho mejores, esperando que el rendimiento fuese aumentado desde 50 hasta 70%, una vez que consigan mantener una temperatura de 60° C. en el tratamiento.

De toda importancia es la casa de máquinas o planta de fuerza; se compone primitivamente de 7 motores Diesel-MAN, verticales de 6 cilindros, cada uno de 1400 HP (calculados para una altura de 1200 metros sobre el nivel del mar) de simple efecto, que funcionan a cuatro tiempos y con 150 r. p. m. Cada máquina va acoplada con un alternador AEG de corriente trifásica y su excitatriz correspondiente. Los motores funcionan con aceite pesado de California, pero pueden funcionar también con combustibles aún más pesados, para lo que tienen dispositivos especiales. En esa forma aún, era la mayor instalación Diesel-eléctrica que existía en la América entera.

Durante el año 1928, se construyó un

nuevo motor Diesel para la planta de la Oficina «María Elena», de 7 cilindros de 5,600 HP con un alternador de 5,000 kWA, que era el mayor que se había pedido para un país fuera de Europa, empezó a funcionar en el segundo semestre de 1929 y con él se salvaron numerosas dificultades de fuerza eléctrica que tuvo la Oficina «María Elena» en sus primeros tiempos.

A fines de 1929 empezaban las fundaciones de un segundo motor Diesel de 5,600 HP, con su correspondiente alternador de 5,000 kWA, grupo igual al anterior que ha de quedar funcionando dentro del año actual.

Esa poderosa Central eléctrica, produce la fuerza para todas las máquinas que funcionan en la Oficina «María Elena», tanto en la mina o pampa como en la planta y en los acarreo. Los calores perdidos de estos motores son los recuperados para el calentamiento de las soluciones que circulan en la lixiviación del caliche, que ha ido así mejorando.

Los intercambiadores de temperatura (Griscon-Russell Heat Interchangers), son grandes aparatos en cuyo interior hay calandrias compuestas de unos 500 tubos de 3" de diámetro, que sufrían frecuentes roturas, que se obstruían o que se cubrían con depósitos salinos que les hacían perder grandemente su eficiencia; para mejorarlos, tuvieron que cambiar los tubos de cobre o bronce por de fierro, se instalaron trampas especiales, se cambió la calidad del agua usada para enfriar los motores y se les hicieron varias otras mejoras que los llevaron a una eficiencia muy superior. Ahí se calientan algunas de las soluciones, y el agua vieja muy fría, que viene de la planta cristalizadora, toma calor en los condensadores del amoníaco que se calienta al comprimirlo, también toma de

ese calor el líquido que se circula en el último alimentador.

En los primeros tiempos conseguían solamente unos 30° C. en los caldos, después han conseguido 40° y con ello mejoró bastante la lixiviación y se tuvo la gran ventaja de caldos más concentrados. Esto comprobaría la conveniencia de aumentar la temperatura de los caldos, siquiera a unos 70° C., aunque fuese con calores producidos especialmente para mejorar las condiciones de la lixiviación.

*Cristalización y Granulación del Salitre.*—La planta de cristalización del salitre, se compone de catorce recuperadores de calor y seis refrigeradores. Al pasar por todos ellos el caldo en contra corriente con el agua vieja fría del último estanque refrigerador, va entregando su calor y depositando el salitre que contenía, bajando su temperatura de 40° C. a 18° C. en los recuperadores y enfriándose hasta 9° C. después de pasar por los 6 estanques refrigeradores.

Cuando ha pasado el caldo por el último refrigerador y tiene sus 9° C. de temperatura, se lleva a dos espesadores Dorr, adonde se asientan los cristales en suspensión. El salitre espesado se bombea a las centrífugas y el agua vieja resultante con sus 9° C. entra al último recuperador y sigue pasando por todos los recuperadores en contra corriente con el caldo.

Las centrífugas para secar el salitre son 24 de 48" de diámetro, accionadas directamente por motores eléctricos de 40 HP y que funcionan a 900 r. p. m. con una carga de 430 kgs. de salitre y durante 8 minutos. El salitre seco en esa forma va por un transportador de correa a la cancha o a la planta granuladora.

En el primer tiempo, principalmente, por la poca concentración y la movilidad

de los caldos, por la baja temperatura de cristalización y por la rapidez con que se verifica, no dando lugar al crecimiento de los cristales, la cristalización del nitrato era muy fina, y en esa forma lo resiste el comercio y facilita la aglomeración por la mucha superficie de contacto, al absorber y evaporar la humedad, que atraen en cantidad apreciable por la presencia de magnesia y de cloruros en el salitre. El nitrato de sodio es también higrométrico, pero en menor grado.

Una de las complicaciones que más molestaba, era la alta concentración de magnesio en los caldos, que variaba entre 43 y 47 gramos por litro, produciendo estas dificultades: incrustaciones de sulfato y nitrato en los tubos de los refrigeradores, que dificultaba el trabajo de la máquina limpiadora de tubos y que bajaba la eficiencia de refrigeración; otras incrustaciones en las cañerías de los espesadores y del agua vieja; y precipitaba también con el salitre dando alta ley en sulfato. Para evitar todo eso, se ha bajado la temperatura de los caldos sólo hasta 9° C. y no más, disminuyendo así el salitre depositado por metro cúbico y obligando entonces a pasar más cantidad de caldo.

Producida la cementación o endurecimiento del salitre en la cancha y en los sacos, se recurrió al trabajo de la granulación.

En Chile la granulación del salitre es una novedad. Numerosas experiencias se han hecho para reducirlo a bloques de distintas formas y tamaños, o para evitarle la cementación, a fin de ahorrar el saco del embalaje—que es caro, se destruye y no evita el endurecimiento—pero sin resultados.

La planta de granulación de la Oficina «María Elena», empezó a trabajar en los últimos meses de 1928, se compone

de una sólida estructura de fierro (Figura 6), que soporta una serie de retortas hechas de ladrillos refractarios, con bóvedas especiales y que se calientan por quemadores de petróleo.

Por correas transportadoras, se eleva el salitre húmedo desde la planta de centrífugas hasta las retortas de la planta de granulación, que se llenan hasta un nivel determinado, ahí se funde la materia a unos 350° C., y por cañerías pasa a presión a los pulverizadores, donde por unas boquillas especiales se esparce hacia arriba, pulverizándose dentro de una cámara de fierro, cerrada por los cuatro costados, abierta arriba y con un fondo inclinado hacia el centro, adonde trabaja un transportador de tornillo. En la cámara hay una circulación forzada de aire de abajo hacia arriba.

El salitre al enfriarse en esas condiciones, se solidifica en granos ligeramente lenticulares y de un tamaño apropiado para que disminuyan al minimum las superficies de contacto entre ellos, para reducir al minimum también por esa parte las causas de aglomeración. Por el transportador del fondo de la cámara de granulación, se saca el salitre granulado y se entrega a una correa que lo eleva a los dos estanques o silos de depósito, montados sobre una estructura de fierro, bajo de los cuales se encuentran las máquinas para llenar los sacos, pesarlos y coserlos (Figura 7). El salitre se ensaca caliente aun, con unos 65° C., en sacos especiales, chicos y de buena clase con un papel impermeable al interior. La granulación del salitre fué cara al principio; pero su ley es alrededor de 98,5% y tiene premio en el comercio.

Se ha hecho también una prueba práctica de embarque a granel de ese salitre. La Compañía Salitrera Anglo Chilena Consolidada, embarcó 500 toneladas de salitre granulado por el puerto

de Tocopilla en las bodegas del vapor «Ashburton» el 21 de Enero de este año 1930, llegó a Pensacola, Estado de Florida de los Estados Unidos, el día 5 de Febrero, en tan buenas condiciones que solamente sobre su superficie se había formado una costra de no más de una pulgada de espesor, que al tocarla se desgranaba, como se publicó en el diario «La Nación» de fechas 21 de Febrero y 23 de Abril del presente año.

Ese embarque a granel, lo mismo que la descarga de ese salitre, se hicieron con aparatos provisionales y solamente para prueba, pues no se ha sabido que se haya hecho otro después. Es cierto que de ese salitre, solamente 400 toneladas se ensacaron para repartirlo y las 100 toneladas restantes, se dejaron almacenadas a granel en tres compartimentos de madera por unos seis meses para ver cómo se comporta, así es que en Octubre se verá recién.

A este sistema de embarques me refería en el trabajo publicado en los Anales del Instituto de Ingenieros en Junio de 1926, indicando que pronto lo haría la Oficina «María Elena» y que el salitre natural podría embarcarse todo en esa forma si se fabricase refinado siempre, para reducir al mínimum posible la magnesia y los cloruros—que son los cuerpos o elementos químicos que ponen más higroscópico al salitre—aunque sea mucho menos de lo que se hace para el Nitrato de Potasa destinada a la fabricación de pólvora negra, que no debe contener más de 0.0003% de cloruros que son delicuescentes. Esto se obtendría centrifugando todo el salitre recién cristalizado y lavándolo en las centrifugas con agua que tenga salitre disuelto, que arrastraría los restos de agua vieja de impregnación y que disolvería solamente cloruros.

El salitre de más de 98% de nitrato, con insignificantes cantidades de magne-

sia y de cloruro, se aglomera muy poco no siendo de cristalización fina y la costra que se forma es delgada y fácil de disgregar, como se ha comprobado en el embarque de salitre a granel hecho por la Oficina «María Elena».

*Personal y Dirección.*—El Personal y lo que constituye la Dirección, parecen numerosos y extendidos en la Oficina «María Elena»; pero, considerando la gran proporción de sus trabajos y el total de la producción de salitre, no lo es en realidad, porque casi todo ese personal se encuentra en la misma pampa, no hay personal directivo ni administrativo en los puertos de Chile, solamente los hay en Nueva York.

Sus instalaciones y maquinarias, ostentan interesantes obras de ingeniería y los estudios que originó el proceso de beneficio, manifestaron la presencia de químicos competentes; lo mismo que la constante actuación de sus personales para salvar las numerosas complicaciones que se presentaron los primeros años—en la aplicación en grande escala de elementos, se puede decir nuevos para la industria del salitre natural—dejaron de manifiesto su preparación técnica y la importancia de las consultas, sobre los problemas de maquinarias a los técnicos que las construyen. Se valen en la generalidad de los casos para atender los distintos trabajos, de ingenieros que han estudiado especialidades y que los aprovechan en ellas, para que se perfeccionen en esos mismos ramos, con honorarios relativamente bajos.

El procedimiento Guggenheim, ha tenido en primer lugar la personalidad del ingeniero señor E. A. Cappelen Smith de la firma Guggenheim y Presidente de la Compañía Lautaro, autor de las grandes concepciones de «Chuquicamata», de «María Elena» y de otras, que ha conducido al éxito a fuerza de colosales pro

yectos de mecanización de las industrias.

Para realizar en la práctica esas grandes concepciones y—refiriéndome solamente a la Oficina «María Elena» de que trato—para idear, combinar y dejar organizados con todo detalle la extracción y transporte; así como para salvar las numerosas dificultades y hacer otras tantas modificaciones a sistemas de trabajos, y a máquinas, en todas las secciones de esa gran Oficina, ha estado el coronel Marsh, como dice el «South Pacific Mail» de Julio 3 último, al tratar del procedimiento Guggenheim. El ingeniero señor Roberto Marsh, Jr. (actual ingeniero consultor y Vice-Presidente de la Compañía Lautaro), de vasta preparación y de gran situación práctica, antes y después de la guerra Europea, afrontó la lucha industrial de la Oficina «María Elena» con el tino y la constancia que son necesarias para el éxito. Ha tomado parte también en el estudio y desarrollo de otros grandes proyectos como en el de la Oficina «Pedro de Valdivia» y en los estudios de la «Cosach».

En la construcción de la Oficina «Pedro de Valdivia», debo citar al ingeniero señor Pablo Kruger, que lleva los trabajos con una actividad y un plan de desarrollo dignos de la gran construcción.

#### *Sistema Shanks*

El procedimiento Shanks—de humilde origen, pero de oportuna y valiosa adaptación—ha generalizado un nombre que fué dado solamente a una operación de detalle de una vieja industria y que vino a agregarse también como una simple operación parcial en el beneficio del salitre natural. Con el tiempo, ha venido a aplicarse el nombre de sistema «Shanks», a todas las operaciones que comprende la industria del salitre de Chile, en la forma como se ha venido

tratando en las antiguas Oficinas desde 1878 hasta la fecha y comprendiendo todas las modificaciones que se han ido haciendo a los trabajos y a las instalaciones.

Como se sabe, el procedimiento primitivo de Paradas se refería a la parte del beneficio llamada elaboración o cocimiento del caliche en fondos y con fuego directo. La extracción del caliche, su acarreo y chancadura a mano, así como la chulla de los caldos para al asentamiento de las borras, y la cristalización del salitre, eran operaciones independientes al sistema de Paradas y en ellas no se hacían cambios trascendentales a los métodos primitivos o a los seguidos en otras industrias similares, sino en proporción a la capacidad de las Oficinas que eran muy pequeñas. Después se empezó a suprimir el fuego directo y se aplicó, para el calentamiento de las soluciones, el vapor libre al caliche en estanques de hierro rectangulares con un segundo fondo filtrante o crinolina, empezándose desde entonces a abandonar poco a poco el sistema de Paradas.

Más tarde salvaron los inconvenientes del vapor directo, aplicando el vapor en el interior de los cachuchos en tubos cerrados para calentar las soluciones y luego después aplicaron procedimientos de lixiviación o de lavados sucesivos y sistemáticos; siempre para formar las soluciones solamente.

Uno de estos sistemas de *lixiviación*, el que se empleaba para la soda bruta, se aplicó en la Oficina «Agua Santa» por el señor Humberstone en 1878, y ese es el sistema que se ha seguido.

El procedimiento original lo describe así la Química Industrial de Prats y Aymerich:

«*Lixiviación de la sosa bruta.*—Para obtener la sosa purificada, se procede a la lixiviación de la sosa bruta, obtenida por cualquiera de

los procedimientos conocidos, se deja 3 o 4 días expuesta a la acción del aire húmedo... Sometése en seguida a la lixiviación en el aparato Shanks o de Buff-Dunlop, que consiste en una serie de cuatro u ocho cubas provistas de un doble fondo de palastro agujereado, sobre el cual se coloca la sosa bruta. Por cañerías que vacían al nivel de la boca de esas cubas o estanques rectangulares. llega el agua a la temperatura de 35° a 40°, para disolver las substancias solubles; la primera cuba a que llega el agua contiene la sosa ya lixiviada tres veces, cuya agua pasa por la sosa lixiviada dos veces, luego por la que sólo lo ha sido una vez y por fin por la sosa bruta sin lixiviar, saliendo la solución por llaves a un canal exterior. Extráese entonces la sosa lixiviada cuatro veces y se coloca sosa bruta en aquel compartimento, combinando las entradas y salidas de líquido de modo que este compartimento o cachucho sea el último sometido a la acción de la lejía...»

La Química de Héctor Molinari dice que: «la sosa en bruto» tenida por cualquiera de los procedimientos, una vez fría se somete a una lixiviación sistemática en aparatos especiales con agua fría (el mismo aparato Shanks), y como la solución se calienta por sí sola, entre 40 y 50° C. ...»

Efectivamente, al hidratarse la soda bruta desprende calor suficiente para mantener la temperatura de 35°, próxima a la que el carbonato de sodio tiene el máximo de solubilidad. Así es que para esa lixiviación no se necesitaba calentamiento especial.

Como se desprende de la dos descripciones que he copiado, los estanques o cachuchos del aparato Shanks para la lixiviación de la soda bruta, no tenían interiormente cañerías o serpentines para vapor, solamente los sifones para los traspasos de líquidos; sus condiciones se asemejaban más a las actuales de los cachuchos del procedimiento Guggenheim; se aumentaban generalmente los cachuchos en múltiplos de 4, que era el circuito de lixiviación, como se ha trabajado en la Oficina «María Elena», en la que además un cachucho se está desripiando y otro se está llenando de caliche en el grupo actual de diez.

Los serpentines para el vapor de calentamiento se agregaron al aparato primitivo al aplicar esa instalación al beneficio del salitre y se han conservado hasta la fecha, por más que se ha ensayado reemplazar ese sistema de calefacción por calandrias.

El origen del procedimiento Shanks fué así muy humilde y corresponde sólo a una de las operaciones del beneficio del caliche; se aplicó, sí, muy oportunamente porque fué reemplazando con rapidez al sistema de Paradas, que era muy imperfecto, solamente para caliches ricos y para los tiempos en que se aplicó.

Desde el primitivo aparato Shanks, aplicado en la antigua Oficina «Agua Santa», hasta la inmensa instalación de la oficina «María Elena», en el fundamento y en el método que se emplea en la lixiviación, no hay diferencias de importancia; se ha vuelto ahí más bien al primitivo aparato Shanks, sin serpentines para vapor y usando temperaturas de 30 a 40° C. en las soluciones.

Los grandes progresos de la industria del salitre de Chile—no están en la lixiviación del caliche que no ha cambiado, ni en el aparato Shanks que constituye simplemente los cachuchos, ni en la manera de hacer los traspasos en los ciclos de a 4 de esos estanques—están en las maquinarias e instalaciones que emplea en todas las secciones, que en la Oficina «María Elena» llegan a ser de toda magnificencia, que junto con los dispositivos y métodos de su privilegio las implantó en vastísima proporción el conjunto llamado procedimiento Guggenheim; instalaciones y maquinarias que no están patentadas, porque pertenecen a todas las industrias, porque van resultando del progreso de todas ellas y el progreso no se patenta, es de todos los que se incorporan a él.

Desde el primitivo caliche grueso, chancado a mano y acarreado en carre-

tas, con que se llenaban también a mano los fondos del sistema de Paradas, hasta el caliche acendrado chico, uniforme, sin polvo—que ha pasado por una serie de trituradoras de todos los tipos últimos que se fabrican y por harneros clasificadores—que llega de silos, sobre elevadores metálicos, sobre correas transportadoras o sobre silos-puentes móviles, todo accionado por electricidad, para llenar los cachuchos actuales del llamado procedimiento Shanks; hay una serie de progresos, de investigaciones o experiencias que han ido entregando a la industria poco a poco los ingenieros que han cooperado en ella.

Y en la pampa, para la extracción y acarreo de la materia prima: desde las explosiones de tiros aislados, siempre perforados a mano, y a mano quebrado y cargado el caliche sin selección aún, para llevarlo en carretas hasta los fondos de cocimiento, hasta las explosiones simultáneas de series de tiros, taladras y tronados en parte con perforadoras mecánicas y tronados a la vez por corriente eléctrica, requebrado después con dinamita en taladradura mecánica, desbastado de las partes estériles o de poca ley y seleccionado por mineros especiales que mejoran así la ley del caliche—como se seleccionan o concentran los metales—es cargado (por desgracia aún a mano) en convoyes de grandes y buenos carros o por intermedio de camiones, para seguir sobre redes de ferrocarriles que los conducen a las chancadoras; hay también una serie de progresos. En la pampa, además de las perforadoras, en casos aislados han trabajado desde hace años algunas dragas y palas mecánicas. (Figuras 8 y 9).

Las plantas de fuerza o casas de máquinas de las Oficinas en los últimos tiempos construídas, ostentan toda clase de máquinas modernas a vapor o petróleo para producir la electricidad en es-

cala grande y devolver vapor a veces para la lixiviación, según las ideas desarrolladas. . .

Todas esas maquinarias y todas las mejoras de esas instalaciones, han sido proyectadas, calculadas y montadas por ingenieros. Ellas han sido el reflejo de distintas escuelas que las han indicado y los progresos de la época en que se eligieron. Ingenieros chilenos han figurado con parte activa en la industria del salitre desde 1880, que pasó la antigua zona salitrera al dominio de Chile.

Bastaría citar los nombres de los señores Manuel Antonio Prieto, Gustavo Jullian, Otto Harnecker, Washington Lastarria, Abelardo Pizarro, Alberto Alibaud, Arturo Titus, Víctor Caro Tagle, Ernesto Fric, Carlos Barriga, etc., ingenieros todos de la Universidad de Chile, que ya no existen y que dedicaron muchos años de su vida a la industria, para calcular la cooperación que a ella prestaron.

Y entre los numerosos ingenieros que han tenido participación activa en los últimos años, citaré solamente a uno, que sigue aún en la industria, al ingeniero civil don Waldemar Schuets, antiguo ingeniero de los Ferrocarriles del Estado, que ha sido ingeniero inspector y consultor de Compañías Salitreras, que ha proyectado y construído Oficinas y que actualmente es Administrador General de las Oficinas que trabajan por el sistema Shanks en la Compañía Salitrera Lautaro.

Sobre los progresos en las instalaciones y en las maquinarias que se usan en el beneficio del salitre de Chile, han publicado LOS ANALES DEL INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE en 1925 y en 1926, relaciones en que expuse las mejoras que han ido siendo posibles en una industria cuya propiedad hasta ayer es-

tuvo sumamente dividida, por lo que no pudo realizar las concepciones y proyectos que beneficiaban al conjunto, como las formuladas varias veces para dotar de agua y de grandes centrales eléctricas a zonas enteras por cuenta de todos los salitreros de esos Cantones. Tampoco se alcanzaron a poner en práctica las instalaciones para la cristalización y secadura rápida en centrífugas del salitre, ensayadas con bastante éxito por los salitreros en conjunto en las Oficinas «Araucana» y «San Andrés», para reemplazar las bateas, falcas y techos actuales (Figura 10).

Debo además observar, para concluir con esta disertación, que seguirán aún algunas complicaciones para ambos sistemas, como el tratamiento de los finos y de los caliches borrosos, que no ha sido resuelto del todo, porque los filtros en uso actualmente no son económicos. Por otra parte, no todos los terrenos se prestan para desarrollar un plan de trabajos, como se ha desarrollado en la Oficina «María Elena»: la extracción mecánica completa no podrá aplicarse a todas las pampas, porque algunas están bastantes trabajadas y extendidas, porque la situación del caliche y la configuración del terreno no lo permiten seguramente; lo mismo la tronadura de series de tiros no podrá siempre hacerse en buenas condiciones. En esos casos se perderá la economía principal y habrá que recurrir a la menor escala, a medios análogos a los que recurre el conjunto llamado procedimiento Shanks, obligados con frecuencia por la pequeña escala en que ha hecho siempre sus operaciones, porque son relativamente chicas y de agotamiento rápido las Oficinas en que se ha empleado y porque le han faltado los grandes capitales, así como la concepción de los proyectos colosales, que solamente en los últimos años han empezado a desarrollarse en Chile.

Más aún, esa división antigua de la industria, así como la pequeñez de las Oficinas de los primeros tiempos y las muchas utilidades que ellas daban, aunque sus instalaciones fuesen por demás deficientes, no dejaban notar la falta de las grandes usinas y se aunaban para presentar cierta resistencia a las grandes innovaciones, a los proyectos completos; por ello, aunque se iban haciendo Oficinas más y más grandes (figura 11), solamente se mejoraban algunas de las operaciones fundamentales y se modernizaban sólo los detalles de las instalaciones. Y grandes sumas de dinero ha costado también en los últimos tiempos, la falta de éxito de las grandes instalaciones para los procedimientos nuevos de Nordenflycht, Junquera, Prudhome y Bantien, que quisieron innovar en el proceso Shanks de lixiviación.

En todo caso, en adelante, la técnica moderna y la racionalización de la industria, guiada por investigaciones científicas y por la experiencia que han dejado ya los nuevos procedimientos, solucionarán favorablemente los casos complicados y cualquiera que sea el procedimiento a que se recurra dará resultados satisfactorios.

El procedimiento Guggenheim, de las grandes instalaciones, pasado ya su período de perfeccionamiento, tiene ahora para instalar sus grandes plantas, extensos y riquísimos terrenos en las zonas de Tarapacá, de Tocopilla, aún quizá en la de Antofagasta, y en la de Taltal. Y el procedimiento Shanks, de las pequeñas instalaciones, ha de trabajar aún por algunos años con algunas de sus mejores máquinas y con los abundantes elementos disponibles de otras Oficinas; podrá mejorar sus instalaciones y proceso, después de estudios especiales que sigan haciéndose de él, para que pueda explotar con éxito los muchos restos de terrenos que le están indicados.

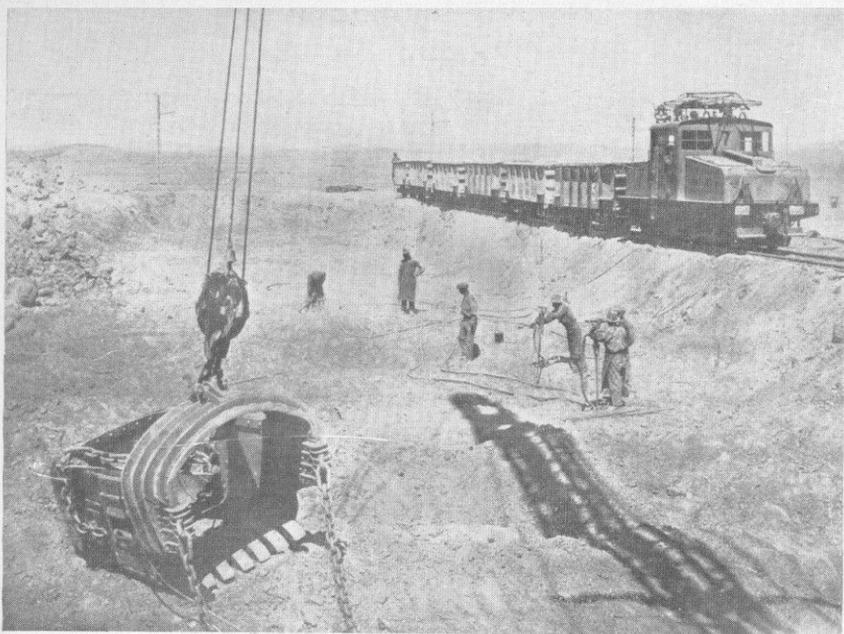


Fig. 1.—Oficina «MARIA ELENA»

Convoy para caliche.—Draga para excavar tierras sueltas.—Perforadoras para series de tiros que rompen la capa de caliche.

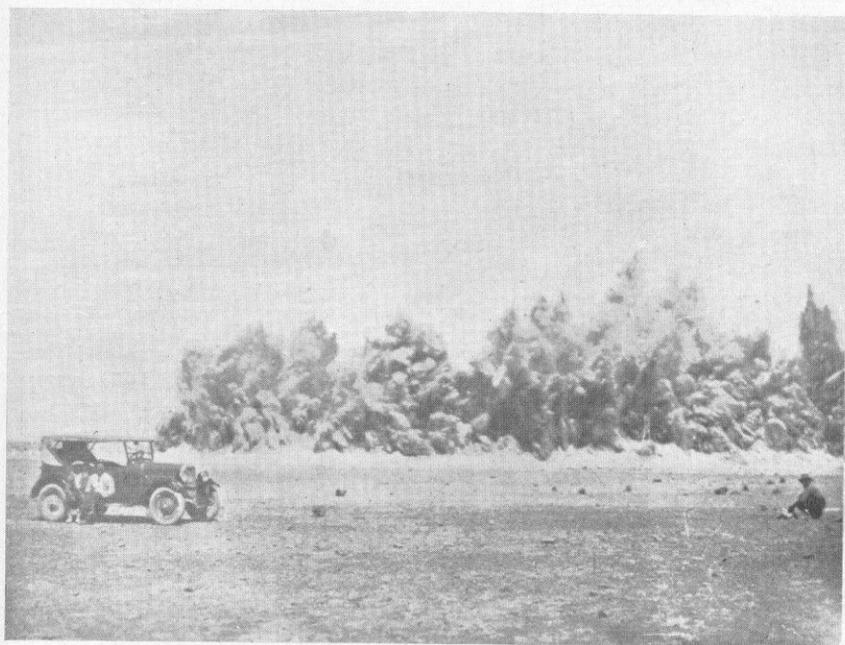


Fig. 2 —Oficina «MARIA ELENA»

Explosión simultánea de serie de tiros para quebrar el caliche.

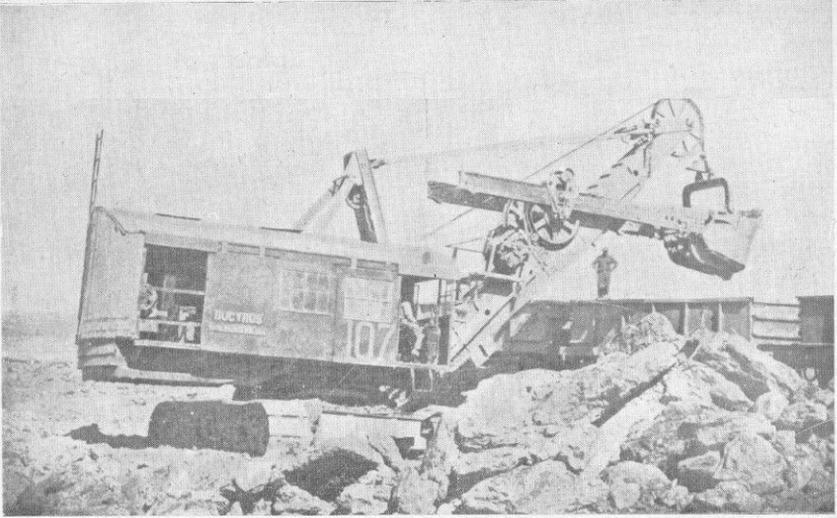


Fig. 3.—Oficina «MARIA ELENA»  
Pala mecánica para remoción y carguío del caliche.

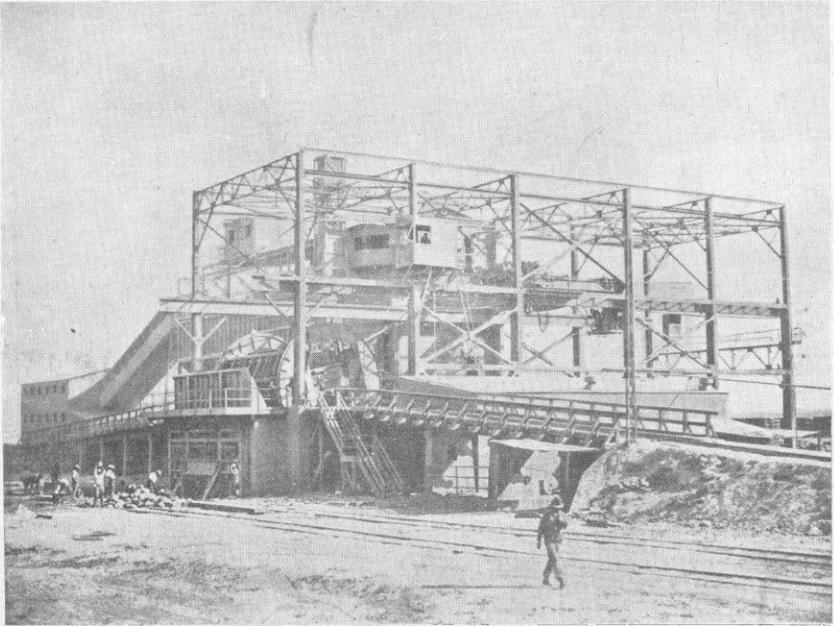


Fig. 4.—Oficina «MARIA ELENA»  
Vaçador rotativo o cuna y chancadoras,

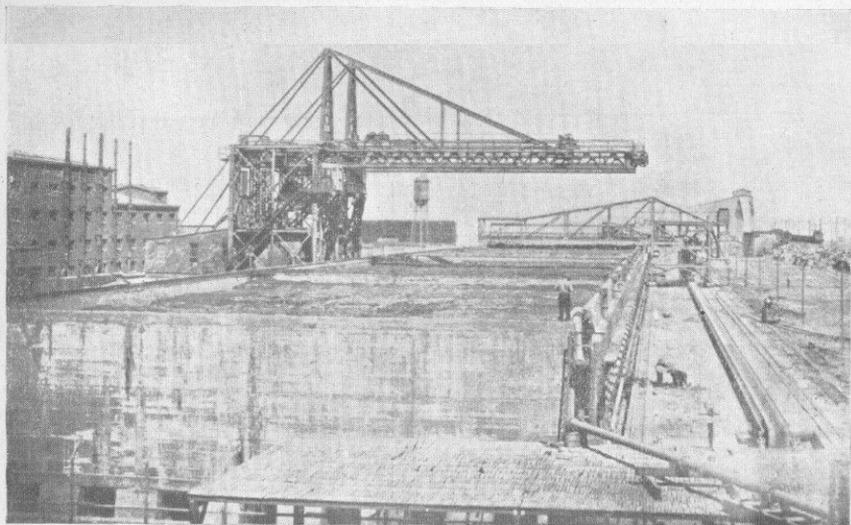


Fig. 5.—Oficina «MARIA ELENA»  
Cachuchos y puentes-gruas para llenarlos con caliche y para desrapiarlos.

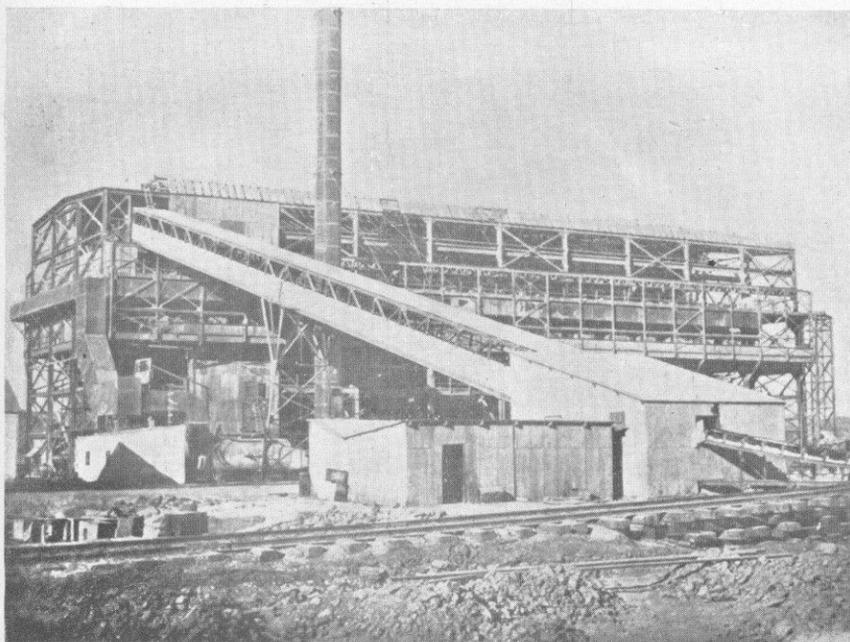


Fig. 6.—Oficina «MARIA ELENA»  
Planta de granulación del salitre.

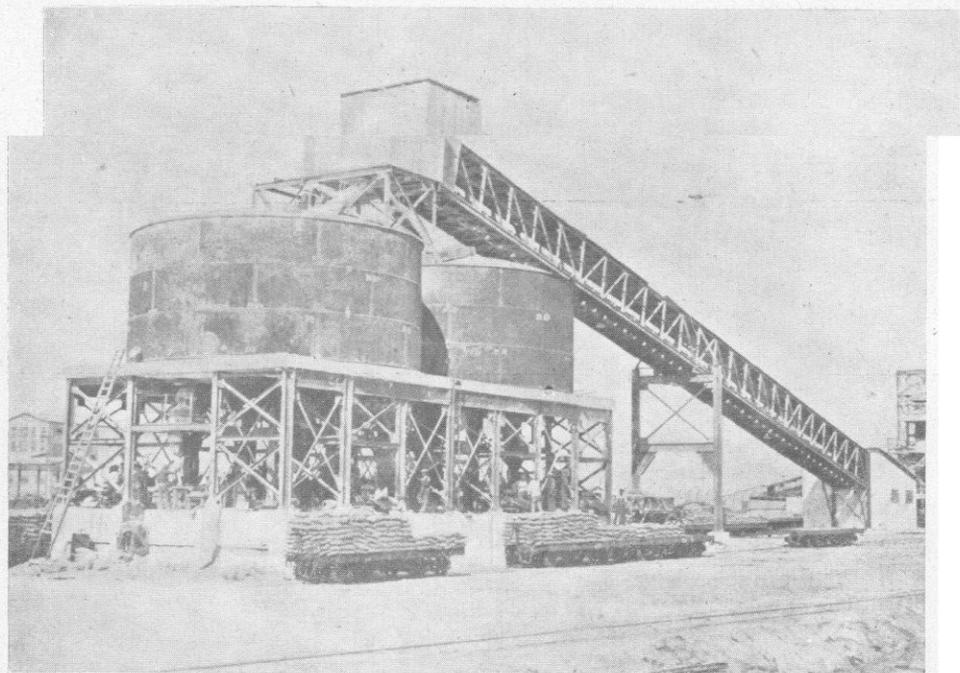


Fig. 7.—Oficina «MARIA ELENA»

Planta ensacadora, de peso y costura de los sacos de salitre.

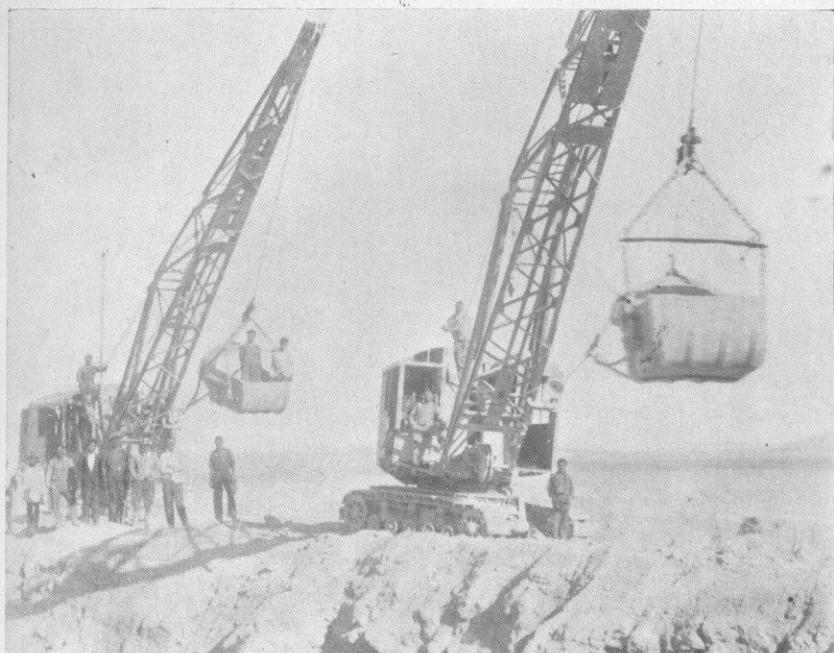


Fig. 8.—Oficina «ARTURO PRAT»  
Dragas para excavar la sobre carga del caliche.

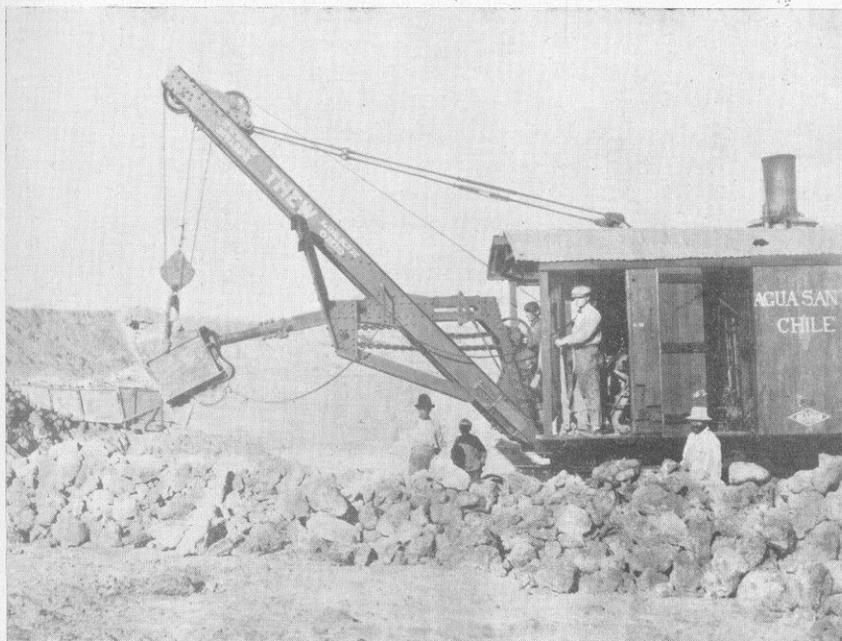


Fig. 9.—Oficina «AGUA SANTA»  
Pala mecánica cargando caliche seleccionado por particulares.

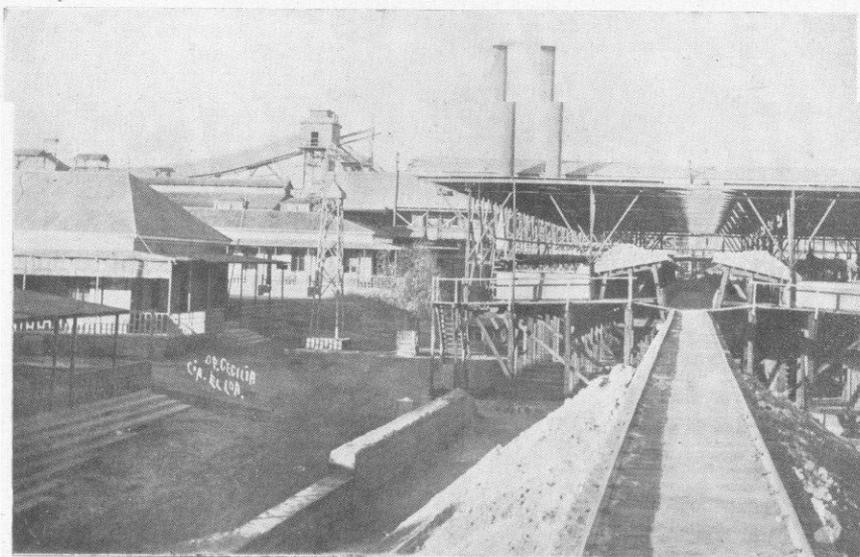


Fig. 10.—Oficina «CECILIA»

Bateas, falcas y techo para la cristalización y secadura del salitre.

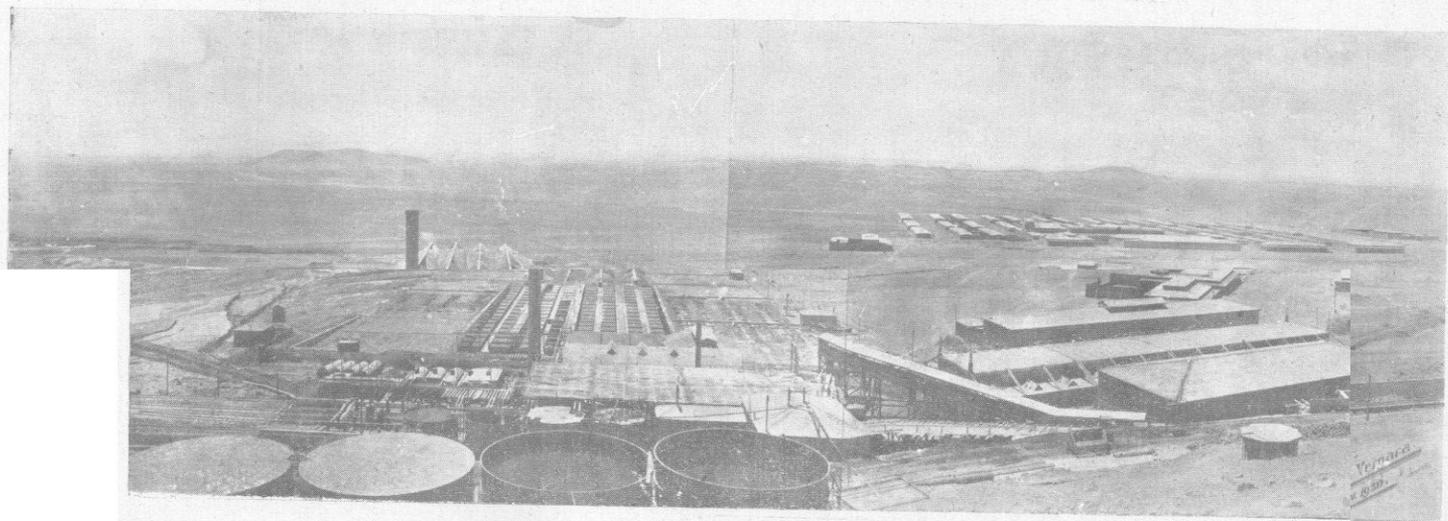


Fig. 11.—Oficina «JOSE FRANCISCO VERGARA»

Vista general de la Oficina.