

MANUAL PRACTICO
de los trabajos
en la
PAMPA SALITRERA
1930





Procedimiento Guggenheim Brothers Co.

Una nueva era de explotación y organización ha reemplazado hoy día en la industria salitrera el antiguo sistema que extrae el nitrato de los suelos áridos de nuestras pampas; esa transformación, fruto de una larga y costosa experiencia, ha logrado así conservar el rango que merece nuestro producto chileno, el salitre.

Los señores Guggenheim Brothers, conocidos en Chile por la explotación de la minería de cobre, iniciaron, en el año 1921, negociaciones con los Productores de Salitre y el Gobierno de Chile, a fin de implantar, en las pampas salitreras, una planta experimental de elaboración del salitre por medio de un tratamiento mecánico más económico que el que hasta ahora se había usado.

En la Oficina Cecilia, de Antofagasta, se hicieron los primeros experimentos por ingenieros especialistas en salitre, de donde nació la seguridad para construir la gran planta de María Elena (ex Coya Norte), bajo los principios más modernos y científicos.

El progreso técnico de la Anglo Chilean ha ocurrido a puerta abierta, dándose toda clase de oportunidades a los interesados para que por sí mismos vean los métodos seguidos en cada una de las operaciones del invento Guggenheim, procediendo sin secretos ni misterios.

Este notable resurgimiento ha sido el motivo por el cual se fusionó la The Lautaro Nitrate a la Anglo Chilean Corporation. Actualmente, en los terrenos de la The Lautaro, se está levantando la Oficina Salitrera Pedro

de Valdivia, bajo los auspicios de ambas Compañías; la capacidad mínima de esta gran planta será de 500.000 toneladas de salitre anuales.

No se podrá negar que la industria salitrera, mejorando su situación en todos los sentidos, podrá ponerse en actitud de combate frente a sus nuevos rumbos y mayores actividades.

Después de un estudio profundo del nuevo sistema, sus ingenieros técnicos señores Carlos del Campo, Carlos Cavallero, Waldemar Schuetz, William Clayton, Pantaleón Núñez, Pablo Holstein, Crozier, W. Marbec, Brabin, etc., previo el informe correspondiente y fundados en una científica y laboriosa experimentación, recomendaron inyectar a la The Lautaro los competidores, bajo el concepto de una organización técnica e introduciendo nuevos y más perfectos sistemas de beneficio.



Oficina María Elena.—Sección Molinos.

Los técnicos han criticado el bajo porcentaje que se recupera en la industria del nitrato al ser comparado con los resultados obtenidos en esta nueva empresa. Se está buscando ahora ansiosamente el aumentar la eficiencia, y se realizará acaso en un cercano futuro. Una modernización completa y un cambio entero del antiguo sistema sucederá como consecuencia de los experimentos que se llevan a cabo por técnicos, Productores y el actual Gobierno.

El progreso de la agricultura en todo el mundo, y la explotación de nuevas áreas de cultivo, para abastecer la demanda de la creciente población mundial, creará nuevos mercados para los fertilizantes nitrogenados y los nitratos chilenos mantendrán, ciertamente, su propia posición en la lucha para proveer estos campos.

Las noticias de esta metamorfosis de la industria, que significa la inversión de nuevos capitales, son de gran importancia en la vida nacional, y las repercusiones de cualquiera situación que la ponga en peligro, tendrá que causar sus efectos en todo el organismo económico del país.

Los deseos de éxito con que todo el país ha seguido esta audaz iniciativa, han hecho anticiparse los acontecimientos dando por brillante triunfo los resultados obtenidos en la marcha de la gran instalación de los Guggenheim Brothers.

Patentes de invención

Las patentes chilenas, que protegen este invento, son las siguientes en orden numérico:

Patente N.º 4594: El uso en los procedimientos de lixiviación fría o tibia del caliche en la recuperación del nitrato por enfriamiento artificial y en los métodos cíclicos que combinan estas operaciones, de sustancias denominadas estabilizantes, capaces de combinarse con el radical sulfúrico, o en el sulfato de sodio que contengan los caliches.

Patente N.º 4731: El uso en la industria salitrera de las sustancias estabilizantes a que se refiere la patente N.º 4594 con el fin de impedir la disgregación del caliche y la formación de borras químicas.

Patente N.º 4732: Un dispositivo destinado a la extracción del aire o gases, dentro de los elementos huecos lenticulares rotativos y verticales, que forman los cambiadores de temperaturas de este sistema aplicable especialmente a la cristalización del nitrato de sodio.

Patente N.º 5216: Un procedimiento cíclico continuo, para el beneficio del caliche por percolación, a temperaturas atmosféricas y tibias obteniéndose directamente un líquido saturado del cual se recupera el salitre comercial, por enfriamiento artificial, sin ninguna operación intermediaria.

La obtención de un líquido saturado a altas temperaturas en presencia de cloruros y sulfatos, permite con simple enfriamiento separar el nitrato de las demás sales que acompañan el caliche.

De aquí la necesidad en la industria salitrera de emplear el combustible para la elaboración del caliche, pues sin energía calorífica, no se consigue disolver preferentemente el nitrato, ni separarlo de las demás sales.

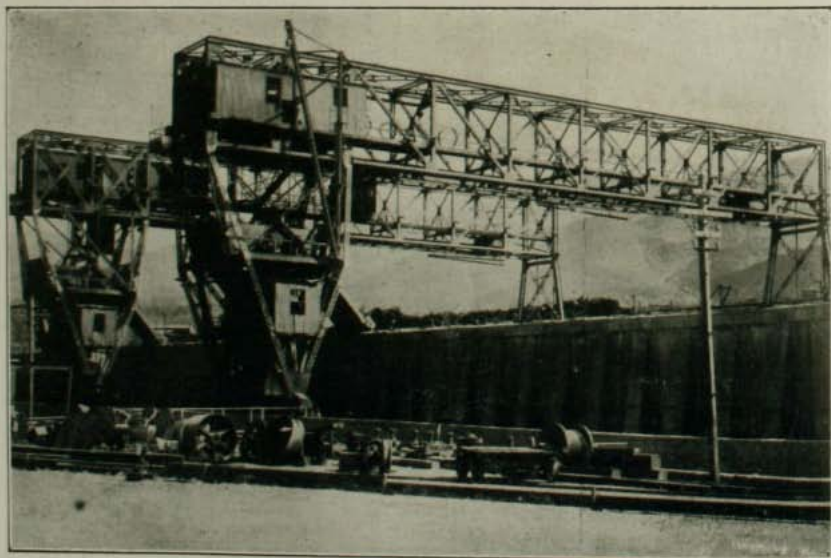
Hasta hoy día, el sistema único que ha empleado la industria salitrera ha sido el sistema Shanks de lixiviación, en la cual es necesario una cantidad crecida de vapor saturado, a una temperatura completamente elevada, digamos a 150°, para efectuar el calentamiento de los cachuchos, estanques de lixiviación. En el procedimiento Guggenheim se consume una cantidad superior de energía si se le compara con el consumo del sistema actual; debido, en primer término a la mecanización de todas las operaciones: trituración fina en varias etapas, harneo para la separación de los diferentes tamaños, movilización del sólido, carga y descarga de los estanques de lixiviación, movimiento y circulación de todos los líquidos, **cristalización mecánica**, filtración a vacío de los finos, centrifugación de los cristales, etc.; y en segundo término, a la **obtención mecánica del frío artificial para efectuar la precipitación del salitre disuelto en el líquido concentrado proveniente de la lixiviación**. El consumo de energía eléctrica para la compresión y el fluido frigorígeno-amoniaco se puede calcular en un 10 a 12 % de la energía total empleada en la planta. Como veremos más adelante, la energía gastada en la compresión no se pierde totalmente, pues parte de ella es recuperada en forma de calor.

A fin de obtener una recuperación suficiente, que haga económico el procedimiento, es necesario descender a la temperatura del líquido en cristalización, de la temperatura ambiente hasta una temperatura cercana a cero grado, lo que se consigue refrigerando el líquido, mediante frío artificial obtenido por un procedimiento mecánico.

EL TRATAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA APLICADO A LA INDUSTRIA SALITRERA

La Industria chilena revolucionada por una instalación que ahorra mano de obra. Se recupera doble cantidad de nitrato del mineral, con gran reducción en el costo.

La maquinaria americana para el tratamiento del material está reemplazando, con éxito, a la mano de obra, aun ahí donde es barata. En la Industria del salitre chileno, Guggenheim Brothers han introducido un sistema enteramente mecanizado y altamente eficiente para el tratamiento del mineral de nitrato y por la extracción del nitrato o salitre. El nuevo sistema es operado por una planta de motores Diesel de 22.000 H. P. en conjunto, y todo el calor en la máquina agota los gases, y el agua condensada de la cámara de vapor se utiliza para el calentamiento de las soluciones que se usan en las operaciones de la planta. El resultado comparado con el sistema Shanks, el cual ha estado en uso general sin ningún mejoramiento esencial desde que fué originalmente inventado hace muchos años, es la recuperación de más o menos la doble cantidad del nitrato contenido en el caliche, con sólo cerca del 30 % de los obreros y cerca del 18 % del combustible por tonelada de salitre, y con una reducción en el costo de más de \$ 10.— por tonelada.



Estanques y puente de descarga en el Mineral de Chuquicamata.

La historia del gran depósito de cobre de Chuquicamata, con un contenido de $1 \frac{1}{2}$ % de cobre y considerado enteramente sin valor hace unos 20 años, es generalmente conocida. La explotación de las propiedades de Guggenheim por E. A. Cappelen Smith por medios mecánicos para la trituración y lixiviación de rocas de baja ley en enormes cantidades, hizo de Chuquicamata la mina enormemente valiosa de la Chile Exploration Company.

Los terrenos salitrales, donde trabajan más de 100 plantas salitreras, muchas de ellas con pérdida y ninguna con más de un pequeño provecho, invitaba a un desarrollo similar. La práctica consistía en quebrantar a mano el caliche, acarrearlo a la planta de elaboración en pequeños carros ferroviarios o en carretas tiradas por mulas, triturarlo a terrones de tres pulgadas y cargarlos a mano en estanques de hierro poco profundos, donde era inundado con el licor de la operación precedente. En seguida se calentaba la roca triturada y el licor, con vapor a cerca de 40 libras de presión y se hervía el licor



Vista general de la Planta y Campamento.

durante varias horas hasta disolver la mayor parte del nitrato de sodio contenido en el caliche. El licor caliente y saturado era, en seguida, conducido a estanques abiertos y poco profundos y enfriado durante seis días, en cuyo tiempo se cristalizaba una cantidad considerable de nitrato. En seguida se bombeaba el licor madre de vuelta a estanques llenos de nuevo caliche, mientras que los cristales húmedos se traspasaban de los estanques cristalizadores se conducían a una cancha secadora y se dejaban ahí durante varias semanas para soltar el exceso de agua.

El despilfarro era evidente en todo sentido; los estanques calentados a vapor no eran enchaquetados, los estanques cristalizadores estaban expuestos durante el día al calor del sol, y el caliche empleado, o "ripio", siempre contenía cerca de una tercera parte de su contenido original de nitrato, de manera que sólo cerca del 60 % del nitrato contenido en el caliche era recuperado. Además, sólo aproximadamente el 75% del caliche excavado llegaba a la planta, pues el resto, desmenuzado finamente, o de otra manera,

era dejado en el terreno. Siempre se hizo muy poco uso de métodos mecánicos para tratar la roca triturada; y, en contraste con la práctica americana, parece que jamás hubo un Ingeniero consultor o una firma constructora que se especializara en mejorar las plantas salitreras del sistema Shanks.

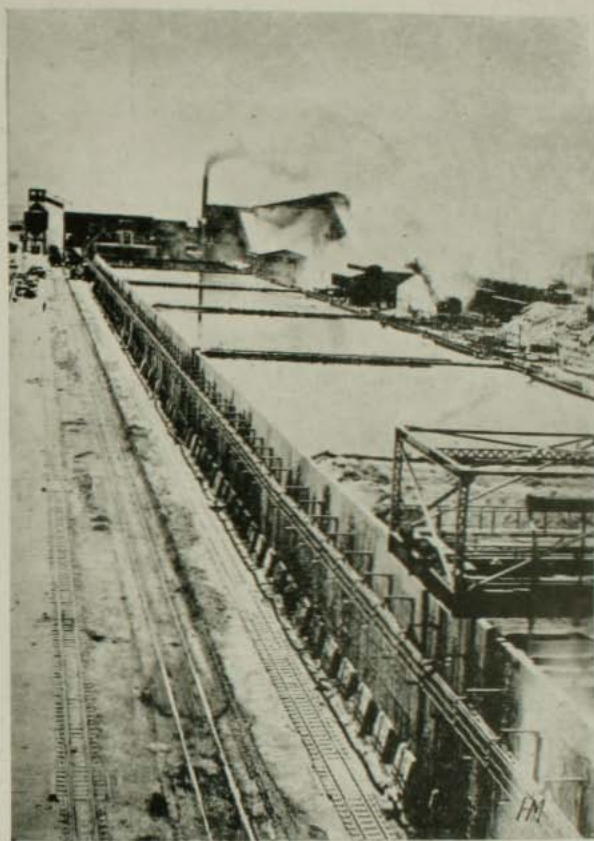
Cappelen Smith concibió la idea de construir una enorme planta salitrera usando el mismo sistema que había tenido éxito en el tratamiento y lixiviación de los minerales de cobre. Sobre una extensión de terrenos de caliche de más o menos tres millas cuadradas, situadas a sesenta millas del puerto de Tocopilla en Chile, se construyó la planta salitrera "María Elena". El caliche es conducido a la planta de trituración en carros ferroviarios de treinta toneladas, y vaciado en un vaciadero giratorio de carros. Las costras se trituran sucesivamente en trituradoras de quijada, giratorias y Symond a un tamaño de más o menos $\frac{1}{2}$ pulgada, a razón de aproximadamente 16.000 toneladas al día.



Estanques de lixiviación llenos de caliche y solución.

De las trituradoras, el material es conducido por una larga cinta transportadora, la cual descarga por un mecanismo de disparo, a un mecanismo móvil llenador de estanques y conducido por un puente de resalta sostenido por un soporte transversal de suspensión colocado sobre vías férreas. De esta manera el puente de carga puede llenar en capas uniformes a cualquiera de la serie de diez estanques de concreto de más o menos cien pies cuadrados por veinte pies de profundidad.

Después de llenado con caliche, el estanque es inundado con licor madre, el cual es calentado por el calor sobrante de los motores Diesel y circulado a través de tres estanques sucesivos, hasta que su contenido de nitrato es reforzado hasta casi la saturación. El licor concentrado se hace, en seguida, circular a través de una serie de enfriadores de contracorriente, siendo los últimos enfriados de manera que el nitrato se precipite en forma de cristales. El licor enfriado regresa a través de los enfriadores de contracorriente, tomando calor del licor caliente que viene de las bateas de lixiviación, conser-



Oficina María Elena.—Estancos de lixiviación.

vando así toda energía calorífica posible. Los condensadores de los refrigeradores se enfrían con licor que necesita ser calentado.

Además de la planta trituradora, de los estancos de lixiviación y de la maquinaria para el tratamiento del material, el equipo comprende un elaborado sistema de tubos o válvulas por las cuales cualquiera de los estancos puede ser conectado en el sistema, cuando sea necesario, una casa de bombas con 26 bombas centrífugas movidas a motor, los enfriadores de contracorriente, los estancos de cristalización, el mecanismo de manipulación, centrífugas y cintas de transporte para secar el nitrato y conducirlo a la plataforma de carguio, maquinaria enfriadora de amoniaco, compresora de aire y una muy completa maestranza con una fundición de fierro y acero. La propia playa tiene más de una milla de extensión.

Rascadores y palas automáticas empleadas en la extracción del mineral

El único medio para cerciorarse de la cantidad y de la calidad del caliche, es barrenando agujeros a través de las diversas capas y sacando mues-



Palas de arrastre en la explotación de la pampa.

tras de los costados de los agujeros. Los métodos en uso son tan inciertos que es contumbre aplicar descuentos arbitrarios o "castigos" a los informes oficiales de los ensayos, rebajando dos o tres puntos del 20 % nominal, el cual es aproximadamente el mínimum para una operación provechosa por el sistema Shanks.

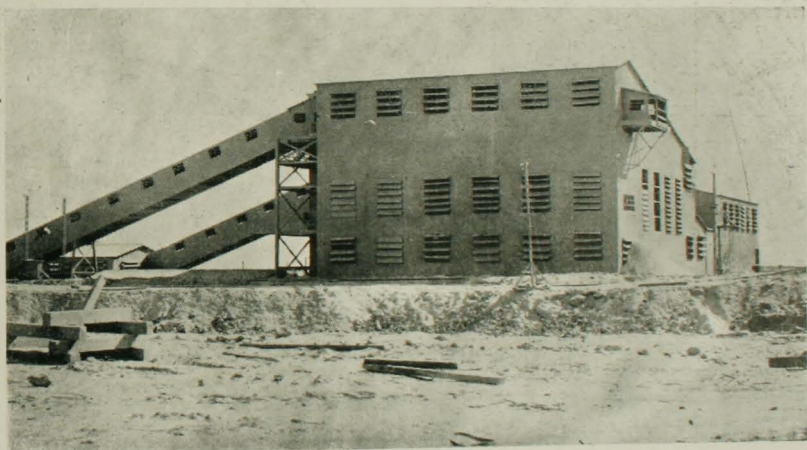
De manera que la operación mecánica minera requiere la separación de una parte del exceso irregular de tierra suelta, de una parte de roca, de una capa irregular de rocas con nitrato, generalmente con un espesor inferior de tres pies y cuyo contenido varía de quizás 20 %, en un punto, a cero en un agujero de ensayo a 20 ó 30 pies de distancia, y quizás indican nuevamente 20 % en un agujero más distante. Como la pala mecánica no puede recoger y escoger su material, sino tomarlo tal como viene, era evidente que la ley del caliche recuperado por métodos mecánicos sería de un promedio muy inferior al de 15 a 20 % que se obtendría escogiendo cada terrón a mano. Sin embargo, la pala recogería todo el caliche, el bueno y el pobre, mientras con la operación a mano se desperdiciaba por lo menos el 25 %.

La economía con la operación mecánica minera sería enorme, desde que más de 20 toneladas serían trabajadas por un hombre contra sólo de 2 a 3 toneladas con trabajo a mano. Los cálculos han indicado que en una operación de la magnitud proyectada, el ahorro en las obras de alojamiento y de bienestar alcanzaría, a consecuencia de la reducción del número de obreros, a cerca de \$ 4.000.000.—, suma suficiente para pagar el completo equipo mecánico de extracción.

Muestreando por tiros de ensayo con mucho mayor cuidado que no hubo jamás con la extracción a mano, se descubre la profundidad de la capa estéril y del caliche y todas las manchas de material sin valor situadas en las pro-

ximidades, de manera que la operación minera puede pasarlas por alto. La capa estéril, después de ser aflojada por medio de explosiones con pólvora negra, empleando barrenos de aire comprimido e inflamación eléctrica, es removida por rascadores automáticos y depositada en terrenos anteriormente explotados. Después del rascador automático, una pala eléctrica carga el caliche, aflojado también por la explosión, en carros de acero colocados al costado en la línea de carga.

Los carros son arrastrados en trenes de seis por locomotoras eléctricas las cuales operan por trolley colocado sobre la línea de empalme, y por acumuladores cuando se encuentran en las líneas de carga. La fuerza para las palas se conduce por líneas eléctricas aéreas sostenidas por torres de acero de transmisión con ruedas. Cuando se ha agotado el caliche de una faja de terreno a lo largo de la línea de carga, las torres de transmisión son arrastradas a un nuevo sitio enganchando sencillamente una mula, y se levantan las líneas, los tirantes de acero y todo lo demás en una extensión de 66 pies por un aparato de suspensión conectado a un gancho de la draga. De esta manera se puede trasladar en corto tiempo a otro sitio todo el material de carguío y el trabajo regular puede proceder en toda el área.



Molinos.—Chanchos primarios.

Cuando se puso en trabajo, la planta María Elena tenía un considerable exceso de capacidad, pero la ley del caliche resultó ser inferior a la que se había esperado. Sin embargo, la eficiencia de la extracción era tan buena que se recuperó cerca del 90 % del nitrato contenido en el caliche a pesar de que la ley del caliche era, ocasionalmente, tan baja como de $8\frac{1}{2}$ % de nitrato. Es de observar que el sistema Shanks es muy deficiente con caliche de aún 15 % de nitrato, de manera que todo el caliche de menos de 15 % es desechado y abandonado como inútil.

A medida que se allanaban las dificultades de la nueva planta, la producción en María Elena aumentó, hasta que hubo evidencia de que la planta tendría una capacidad de 500.000 toneladas de salitre por año, y recupera-



Planta de Yodo y Bodegas de Materiales.

ría la doble cantidad de salitre de una extensión dada de terreno calichero de la que sería posible con el sistema Shanks, trabajando además con provecho material demasiado pobre para una planta Shanks.

Cerca de 9.000 personas forman la comunidad en María Elena; y esto es, más o menos, la tercera parte del número que sería necesario para producir la misma cantidad de salitre por medio de plantas Shanks, de las cuales habría necesidad de cuatro o cinco de las de mayor tamaño para igualar la producción de María Elena.

Cambio de gran importancia para Chile.

La terminación de la planta con una feliz solución de todas las dificultades, y la expansión de producción al doble del plan original, resolvió todas las dudas acerca de las economías efectuadas por el sistema Guggenheim. Los administradores operantes de la Compañía Salitrera Lautaro hicieron muchas visitas a la planta María Elena e inspeccionaron detenidamente las operaciones. Estudiaron los costos de procedimientos y las cifras de producción y se convencieron que el sistema Guggenheim superaba a las mejores plantas posibles del sistema Shanks. Por consiguiente, se iniciaron negociaciones con el resultado que la dirección de la Compañía Salitrera Lautaro pasó a manos de la Sociedad Guggenheim y de un nuevo financiamiento para la inmediata construcción de una planta de 500.000 toneladas en terrenos calicheros recientemente comprados por la Compañía Lautaro, en los cuales aún no se había desarrollado un sistema de producción.

La práctica hasta ahora despilfarradora en la producción del salitre chileno, por la cual se explotaban primeramente las mejores manchas y se dejaba intacto el material pobre, ha resultado en la pérdida de una gran propor-

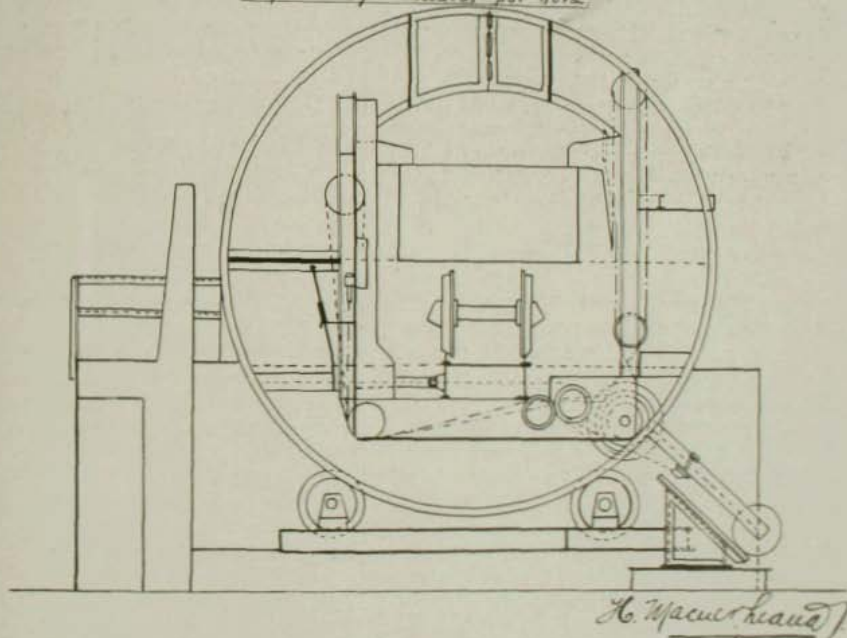
ción de salitre en terrenos ya trabajados y en una correspondiente pérdida en las entradas del Gobierno chileno las cuales se habrían obtenido del salitre. El desarrollo del territorio no explotado y de grandes plantas capaces de producir salitre a un bajo costo será de gran ventaja para Chile, vigorizando una industria que ha estado operando con grandes dificultades, y manteniendo las entradas del Gobierno chileno de los depósitos de salitre, los cuales constituyen la principal fuente de la riqueza nacional de Chile.

La preparación mecánica del caliche.

Antes de someter el caliche a la lixiviación, se le somete a una preparación mecánica: trituration, molienda y cernido, separando los trozos de diversos tamaños.

CUNA VACIADORA DE CARROS

Capacidad 870 Toneladas por hora.



En el capítulo que sigue daremos una explicación sobre el recorrido que hace el material desde que es vaciado en la rampa, hasta que llega a los estagues de lixiviación.

Los carros con el material de la mina, llegan al patio de la planta, de ahí pasan a la romana automática donde hay un empleado que anota su peso. Estos siguen adelante y son tomados por un tractor que los lleva por una subida bastante pronunciada y los deja en la Cuna vaciadora de carros.

La Cuna es una maquinaria de forma cilíndrica que recibe los carros y los vacía a un buzón alimentador; la capacidad de la Cuna es de 33 carros por hora = 870 toneladas por hora.

Cae entonces el material a un depósito (N.º 1 100 %) de una capacidad de 14.000 toneladas, de las cuales corresponden para el proceso diario 11.200 toneladas, que dan un promedio de 870 T.P.H. = en 16 horas que debe ocuparse para completar la carga de los estanques de lixiviación.

Del depósito N.º 1 va el material a un alimentador estilo oruga, de mucha potencia, este alimentador recibe el material en colpas grandes, tal como viene de la mina, y lo deposita sobre una parrilla. El alimentador estilo oruga es de una capacidad de 870 toneladas por hora.

Esta maquinaria tiene además las siguientes dimensiones en sus bases: 72" de ancho (1.83 m.) x 40' — 6" de largo (11.70 m.), de centro a centro de los ejes. Desarrolla una velocidad de 12' — 6" a 25' P. M.

De esta correa, estilo oruga, pasa el material, es decir, el 100 % a unas parrillas que hacen de cernidores y separan el material en varios tamaños, de los cuales el 55 % o sean 480 ton. por hora, que es de menos de 10" pasa a unos buzones alimentadores que lo separan por medio de un harnero cilíndrico de 1.35 m. de diámetro (54") con aberturas de 9 x 9 cm. de donde sale dividido en dos partes, una con el 45 % de producto de menos de 3 ½" y la otra parte con el 10 % del producto con un tamaño de más de 3 ½" y menos de 10".

El 45 % restante o sean 390 T.P.H. del material que habíamos recibido del alimentador oruga, y que es de un tamaño mayor a 10", pasa a una sección chancadoras (Jaw-Crusher) de 104 R.P.M. Tipo Allis-Chalmers de 84" x 66".

Esta chancadora de mandíbula, trabaja por medio de una correa de transmisión de 12" formada por cables de manila de un diámetro de ¼ unidos a un Motor Allis - Chalmers, Tipo A.N.Y. de 300 HP. y de 294 R.P.M.

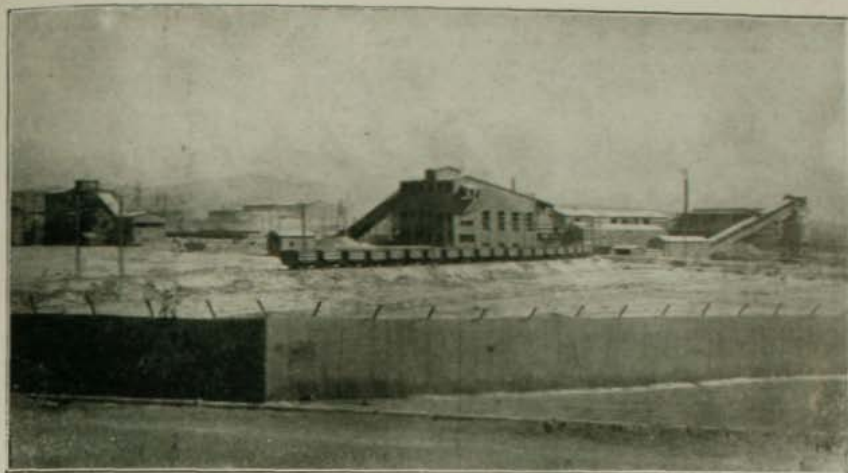
De este sistema de molinos sale el material chancado a un tamaño menor a 8" y pasa a un distribuidor estilo oruga de 21' de largo x 48" de alto; este producto cae a un depósito en que se junta con el 10 % de un material que había sido separado y que trae un tamaño menor de 10" y mayor de 3 ½" aumentando a 55 % el producto o sean 480 T.P.H. menor de 10".

El otro 45 % del producto pasa a una correa transportadora N.º 102, que lo descarga en la N.º 103, para llevar el material a unos harneros vibradores que separan el 30 % de menos de ¾" o sean 260 T.P.H. El 15 % mayor de ¾" y menor de 3 ½" o sean 130 toneladas caen a la correa transportadora N.º 104 que a su vez transporta el producto a la correa N.º 110, y que deposita el material en un gran buzón común para todos los productos separados antes, o sea el 55 % de ellos.

En este depósito se reúne un 70 % que ya ha pasado por varias etapas de molienda y cernidura y es transportado por la correa N.º 1 de 48" y de una velocidad de 350' P.M., llevando el material contenido a los molinos giratorios, que lo reducen a 3 ½" fijas.

Tenemos depositado en la correa transportadora N.º 1 el 70 %, o sean 610 T.P.H. del producto; nos está faltando un 30 % o sean 260 toneladas. Este material ha pasado por los harneros de brazo que lo reducen a un tamaño de ¼" a razón de 88 T.P.H. En correas transportadoras pasa entonces a los molinos secundarios, repartidos en dos tamaños, el de ¼" con el 20 % y el de más de ¼" y menor de ¾" con el 10 %, que es el que pasa a los molinos.

El otro 20 % restante del producto es el que lleva la tierra y el fino menor de ¼", o sean 175 toneladas. Este material no se somete a elaboración en los estanques sino que pasa a la planta de finos.



Carros con caliche llegando a la Planta de los Molinos.

Tenemos como material útil para ser sometido a la lixiviación el 80 % del producto vaciado en la rampa y que ha recorrido una serie de tratamientos de molienda y cernidura, dejándolo listo para la trituración en los molinos giratorios.

Estos molinos son gigantescos, tiene un diámetro de 30" y trabajan a 360 R.P.M. con una capacidad de 800 T.P.H.

Todo el material triturado en los molinos pasa a los discos Symons de 480; estos discos están dispuestos debajo de unos buzones alimentadores que les entrega el producto de un tamaño menor a 3 1/2" y pasa a otros discos Symons que lo reducen a menos de 1 1/2" cayendo a unos harneros que separan el producto fino, dejando sólo el de 3/4"; este material ya está listo para ir a alimentar los estanques lixivadores, por medio de la correa N.º 109 de 36" de ancho x 572.90 m. de largo y un total de 1.210 metros.

En los molinos giratorios, existe una rampa directa a éstos, en ella vacian el material de las Oficinas Coya Sur y Santa Isabel. Este material no es sometido a las operaciones anteriores, su ley es buena y no contiene las impurezas del extraído en las pampas de María Elena; es traído de las Oficinas en carros de volteo de 20 toneladas.

El Tº Mº de material tratado diariamente es le 11.200 toneladas y se aumentará esta cantidad en 800 toneladas más, una vez que se le haga el levante a los estanques de lixiviación.

Los caldos saturados de nitrato, que corren de los estanques de lixiviación van a la planta cristalizadora, donde pasan por unas bombas centrifugas que cuajan el salitre por medio de unos tubos expuestos a la refrigeración artificial; una vez cristalizado se trasporta a la planta granuladora en donde es sometido a un tratamiento por calor en retortas y hornos que lo funden dejándolo escapar a unos tubos.

Lixiviación principal

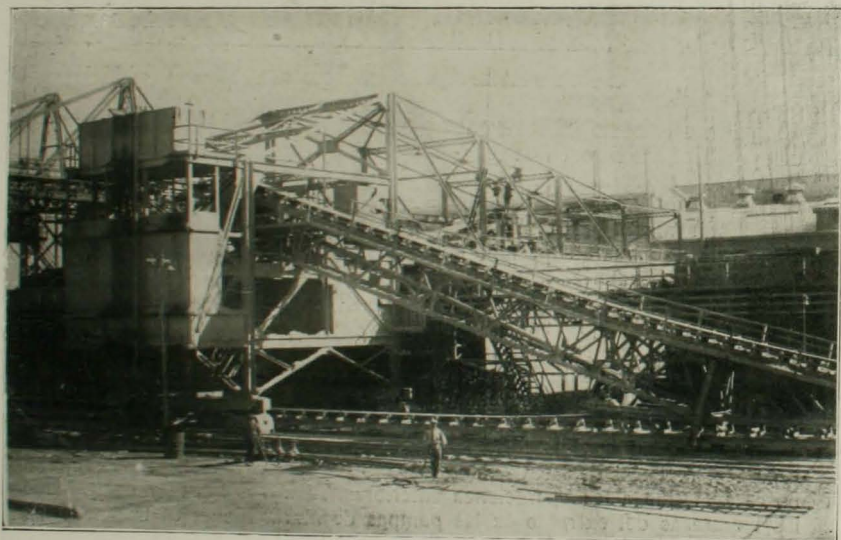
En la lixiviación principal, se tratan los trozos medios que corresponden entre el 90 y el 93 % del caliche que entra en la preparación mecánica.

El procedimiento de lixiviación empleado es un procedimiento de circu-

lación continua de los líquidos solventes, a fin de poder efectuar el intercambio de temperaturas entre los líquidos fríos. El agua madre o vieja, vuelve continuamente a la lixiviación, y del cachucho de cabeza, sale una corriente continua del líquido saturado en nitrato a la temperatura máxima que efectúa la lixiviación.

Se emplea para efectuar la lixiviación, grandes estanques, colocados directamente sobre el suelo, construido con un material apropiado, no metálico e impermeable, revestidos interiormente de una capa impermeable e inatacable por los líquidos de tratamientos; sobre el fondo del estanque se dispone un fondo filtrante, formado por diversos materiales: gravas, maderas, esteras de coco, etc.

La carga se hace de un modo automático y de una manera muy regular, en capas horizontales, de modo de evitar cualquiera aglomeración de material de distinta dimensión y de impedir la formación de vías de menor resistencia al líquido.



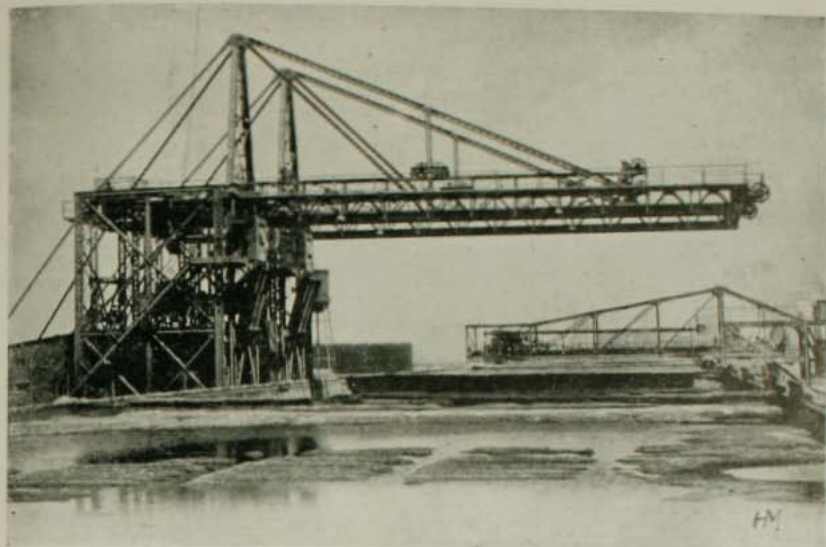
Correa transportadora del caliche y puente de carga.

Se emplea el caliche, en trozos medios y los trozos gruesos provenientes de clasificación húmeda de los finos; el caliche por cargar se humedece con 3 a 8 % de un líquido solvente—lavados— a fin de producir una mayor aglomeración e impedir que durante la carga se formen montones, sobre los cuales se reparten las partículas de diversos tamaños.

La batería de lixiviación está formada por los siguientes estanques: un estanque de prepare, un estanque de cabeza que corre caldos, un estanque lixivador N.º 1, un estanque lixivador N.º 2, un estanque de cola o de lavado y un estanque en estruque, desripios y carga.

Podemos describir la lixiviación, en la siguiente forma:

1er. Tiempo.



Estanques de lixiviación.—Capacidad 6.266 m.³ = 7.549 toneladas cada uno.

Estanque de prepare:

Se ha cargado ya con caliche, se llena, con un líquido solvente tibio (intermediario N.º 2), que viene de un estanque depósito, pasando antes de entrar al cachucho por un intercambiador de temperaturas, calentado por los líquidos más calientes; se llena con el intermediario 2 el estanque hasta que el líquido sobresalga unos cuantos centímetros sobre la superficie superior del caliche, una vez lleno, se hace intercircular lentamente al solvente, por percolación, gravitación o inversa, pasando el líquido al mismo tiempo por el cambiador de temperatura. El calentamiento y la intercircularción permiten al intermediario N.º 2 aumentar su temperatura y su concentración, especialmente en nitrato, llega a una temperatura cercana a 40° y a una concentración superior a 440 gms. de nitrato por litro.

Una vez obtenido este resultado, el estanque de prepare, pasa a ser estanque de cabeza, corre el caldo que contiene, siendo alimentado por líquido proveniente del estanque de cabeza anterior, que pasa a ser 1er. alimentador, y que tiene un líquido de la concentración del intermediario 2.º.

Estanque de cabeza:

Es el estanque que corre caldo.

En el tiempo anterior ha sido estanque de prepare hasta que su líquido se ha convertido en caldo en la forma ya vista, Es alimentado por el líquido llamado intermediario N.º 2 que proviene del estanque lixivador N.º 1.

Estanque lixivador N.º 1:

Ha pasado por los siguientes tiempos: 1er. tiempo, estanque de prepare, 2.º tiempo, estanque de cabeza, 3er. tiempo, estanque 1er. alimentador, que corresponde a la serie, envía su líquido intermediario N.º 2, al estanque de ca-

beza y es alimentado por el líquido intermediario N.º 1, proveniente del estanque lixiviador N.º 2.

Estanque lixiviador N.º 2:

Ha pasado por los siguientes tiempos: 1er. tiempo, estanque de prepare; 2.º tiempo, estanque de cabeza; 3er. tiempo, estanque 1er. alimentador; 4.º tiempo, que corresponde a esta serie es, 2.º alimentador, envía al lixiviador N.º 1, el líquido intermediario N.º 1, y a su vez alimentado con agua vieja tibia proveniente de la planta de cristalización.

Estanque de cola:

Ha pasado por los siguientes tiempos: 1er. tiempo, prepare; 2.º tiempo, estanque de cabeza; 3er. tiempo, lixiviador N.º 1; 4.º tiempo, lixiviador N.º 2; 5.º tiempo, que corresponde a la serie, está fuera de la serie, en lavados.

Todos los líquidos del circuito de lixiviación, se mantienen a temperaturas tibias; entre estanque y estanque existe un intercambiador de temperaturas, que los líquidos atraviesan al salir de un estanque, y al entrar al otro, el agua vieja de la última alimentación entra también tibia, pues ha recuperado el calor después de ser enfriado en contra corriente con el líquido que va a cristalizar, y pasa antes de entrar al estanque lixiviador N, 2, por un intercambiador de temperatura.

Las concentraciones de los diferentes líquidos en un mismo momento, en los diferentes estanques fueron los siguientes:

Estanque de cabeza, caldo saturado. Grms. Nitrato por litro	1er. Alimentador Intermediario 2 Grms. Nitrato por litro	2.º Alimentador Intermediario 1 Grms. Nitrato por litro	Alimentador exterior agua vieja Grms. Nitrato por litro
1.º 448	398	343	331
2.º 440	396	347	335

El líquido Intermediario N.º 2, que sale del alimentador N.º 1 se divide en dos porciones, a fin de alimentar el cachucho de cabeza y el de prepare:

Las temperaturas se regulan fácilmente, los líquidos entran calientes a cada estanque después de pasar por un intercambiador de temperatura; durante la lixiviación bajan de temperatura a causa del nitrato que se disuelve, salen del estanque y vuelven a pasar por otro intercambiador, aumentando de nuevo su temperatura, y así sucesivamente. Se puede decir que toda la lixiviación se hace a temperatura constante.

Durante la lixiviación, se toman muestras de los líquidos cada cierto tiempo en todo el circuito, se determina rápidamente la cantidad del nitrato que entra y sale con el líquido de cada estanque y en caso de diferencia negativa, se corrige la concentración de los estabilizantes, pues esa diferencia negativa corresponde a una formación de Darapskita.

Concluidos los lavados, el estanque se vacía, se deja estrujar y se deslupia mecánicamente.

The Lautaro Nitrate Company, Ltd.

FUNDADA EL AÑO 1889

CAPITAL £ 14.500.000

DIRECTORIO

PRESIDENTE

E. A. CAPPELEN SMITH

VICE-PRESIDENTES

ALFRED HOUSTON
HORACE R. GRAHAM

JORGE VIDAL
ROBERT MARSH Jr.

DIRECTORES

CARLOS CAVALLERO
EMILIANO FIGUEROA
JOSE M. RIOS ARIAS
EDWARD SAVAGE

CARLOS CASTRO RUIZ
PAUL H. MAYER
ENRIQUE VALENZUELA
JOAQUIN YRARRAZAVAL

JUAN E. CERDA
Sub-Gerente

JORGE VIDAL
Gerente

NICANOR LORA V.
Sub-Gerente

DIRECTORIO EN LONDRES

SOLOMON ROBERT GUGGENHEIM, *Presidente*

DIRECTORES

Right Hon. The Earl CASTLE STEWART, M. P.

LESTER E. GRANT

JOHN HUNTER

WILLIAM EGERTON MORTIMER

L. M. FLORENT PASQUIET

Admiral Sir AUBREY SMITH, K.B.E., C.B., M.V.O.

E. A. CAPPELEN SMITH

JOHN HUNTER
Secretario

ALEXANDER MC INTOSH
Secretario Suplente

OFICINAS SALITRERAS DE LA COMPANIA

ANTOFAGASTA

ACONCAGUA
FILOMENA
PERSEVERANCIA
ARAUCANA
ANIBAL PINTO
ARTURO PRAT
AGUSTIN EDWARDS
AUSONIA
CARMELA

JOSE SANTOS OSSA
CHACABUCO
AURELIA
FRANCISCO PUELMA
SARGENTO ALDEA
CARLOS CONDELL
BLANCO ENCALADA
SAVONA
AVANZADA

TALTAL

SANTA LUISA
CAUPOLICAN
LAUTARO
BALLENA
ALBERTO BASCURAN
TOCOPILLA
LOS DONES
JOSE FCO. VERGARA
IQUIQUE
GENERAL BAQUEDANO

PEDRO DE VALDIVIA (en construcción)

No hay malos años ni crisis agrícola
para quien abona con **SALITRE** de CHILE

ABONANDO CON SALITRE AUMENTARA EL RENDIMIENTO DE SUS
COSECHAS POR UNIDAD DE SUPERFICIE Y CON ELLO
PRODUCIRA A UN COSTO MENOR

SALITRE



Si tiene alguna duda en cuanto a la aplicación del Salitre, consulte a las oficinas de la

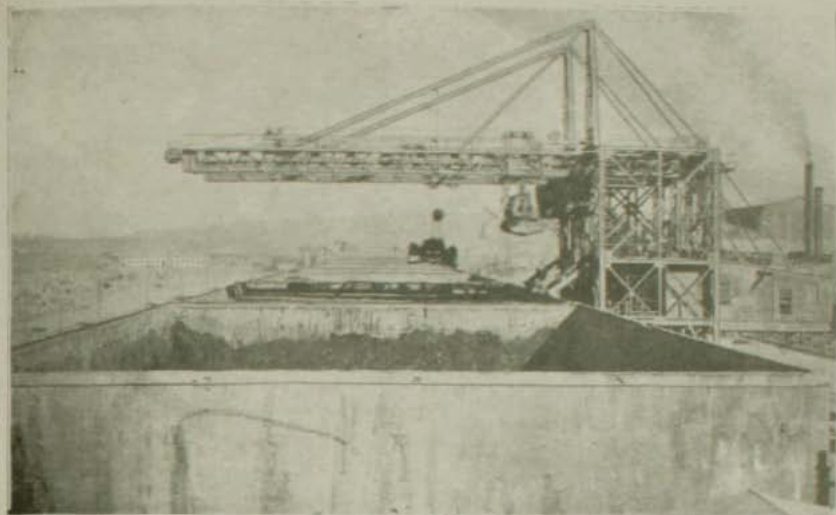
Prop. del Salitre de la Asociación de Productores de Salitre de Chile

SANTIAGO: OFICINA PRINCIPAL, HUERFANOS 1215, CASILLA 2758.

CURICO: CASILLA 164.

CHILLAN: CASILLA 410.

En donde obtendrá toda clase de informaciones sobre el Salitre, como también folletos y cartillas ilustrativas sobre su empleo.



Estanques lixivadores descripiándose.—10 Estanques = 63.660 m.³ = 75.490 toneladas.

Tiempo de las operaciones:

Las diversas operaciones que se suceden en un mismo estanque hasta que descarga, se efectúan en los tiempos siguientes:

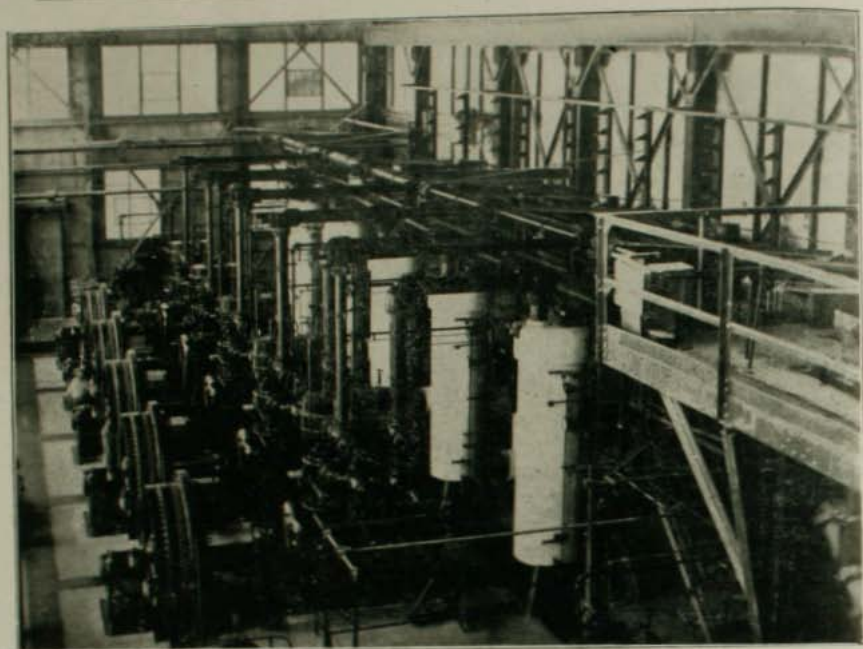
Prepare	Horas 3
Corrida de caldo 10
Primera alimentación 10
Segunda alimentación 10
Lavados 1, 2, 3, y 4 3
Lavado con agua del tiempo 1.5
Estruje y desripio 7.5
Total	Horas 45

La cantidad de caldo o líquido saturado que se extrae por estanque es de cuatro a cinco veces su volumen; cada 100 toneladas de caliche corriente emplean 25 m.³ de líquidos, que producen un promedio de 120 m.³/₄ de caldo.

Cabe llamar la atención que la cantidad de caliche tratado, es función solamente del volumen de cada estanque y que es posible lixiviar en estanque de gran capacidad, de 2.000 y más m.³ pudiendo recibir cada uno, entre materia sólida y líquida, de 3.000 a 4.000 toneladas.

La recuperación del nitrato de los líquidos o caldos obtenidos de la lixiviación se hace por cristalización mecánica, enfriando los caldos, en varias etapas sucesivas, primero con líquidos tibios y por último con líquidos fríos, enfriados a su vez por enfriamiento artificial.

Los líquidos formados en la lixiviación están concentrados en nitrato y se presentan limpidos, claros, sin materia alguna en suspensión, de un color



Planta de compresoras de amoníaco para la refrigeración artificial.

amarillo. No necesitan ser chullados, ni decantados, salen de un modo continuo de la planta de lixiviación y pasan de un modo continuo a la planta de cristalización.

El enfriamiento se efectúa en varias etapas, teniendo cuidado que la caída de temperatura en cada aparato, no pase de 10° , a fin de que la cristalización sea lenta, que los cristales no se adhieran a las paredes y que no se formen cristales pequeños, sino suficientemente grandes para que puedan estrujarse fácilmente por centrifugación.

El caldo o líquido saturado entra por la extremidad de la cuba a la temperatura que proviene de la lixiviación, cercana a 45° y se enfría en contra corriente con agua vieja fría, proveniente de la cristalización, bajando su temperatura a 20° ; es enfriado hasta 2° , mediante una salmuera fría a 0° que proviene de la planta de frío artificial, y que vuelve a enfriarse a la temperatura de 3° .

Los cristales se forman en el seno de la capa líquida, que está siempre en movimiento y agitada por la rotación de los elementos lenticulares, de modo que el intercambio de temperatura es muy eficiente, y cae al fondo en una capa líquida más tranquila donde un transportador la arrastra fuera del cristizador.

Los cristales son estrujados mecánicamente en centrifugas apropiadas y ligeramente lavados en la centrifuga para retirar el residuo de agua vieja.

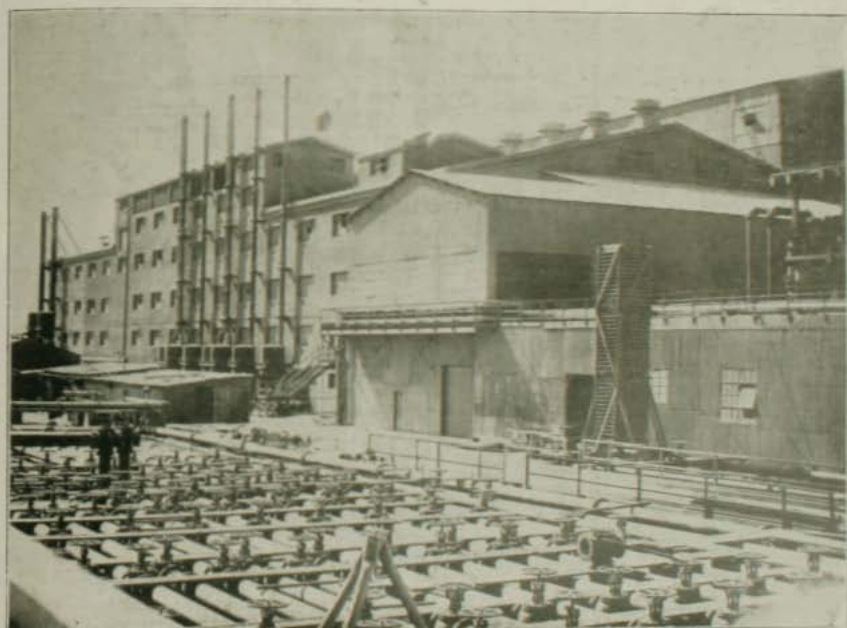
CIRCULACION DE LOS LIQUIDOS

Casa de Bombas.

La Casa de Bombas es una de las plantas importantes de la Oficina María Elena; contiene en ella una serie de bombas que trabajan en la circulación de las aguas frías, calientes, líquidos saturados de nitrato, soluciones, etc. Hacer una descripción de esta planta resultaría muy extenso, sólo daremos algunos datos sobre el ciclo de operaciones que se desarrollan en la Casa de Bombas.

En esta sección tienen instalados los siguientes elementos:

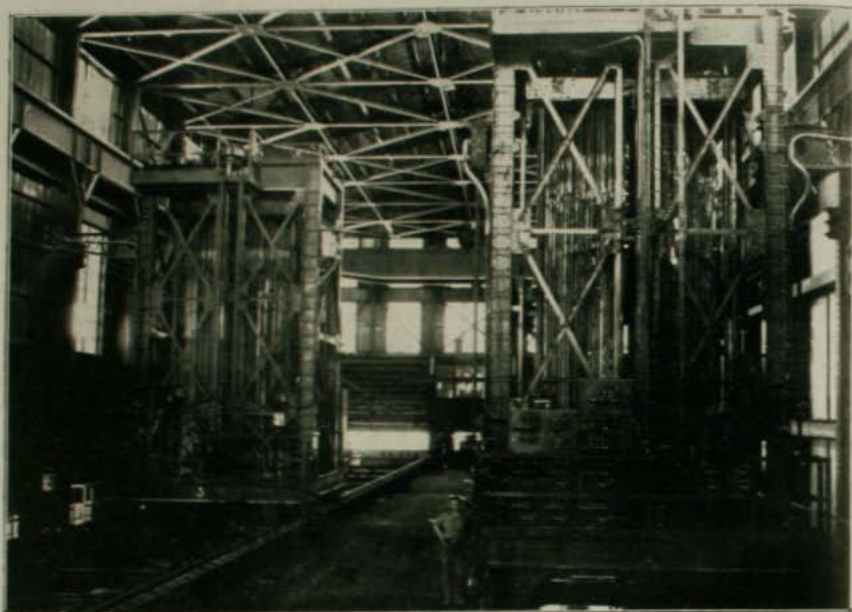
- 2 Transformadores monofásicos de 350 KVA
- 2 Transformadores trifásicos de 2,000 KVA



Cañerías para la circulación de líquidos.—Casa de Fuerza y Casa de Bombas.

- 3 Transformadores monofásicos de 100 KVA
- 12 Bombas de circulación de aguas frías y calientes.
- 7 Bombas para los filtros.
- 20 Bombas de soluciones.
- 12 Bombas de refrigeración.

La solución saturada, de las bombas va a la planta de cristalización. Las soluciones que circulan de los estanques lixivadores a los intercambiadores de calor, vuelven nuevamente a los estanques y mantienen una



Planta de cristalización por medio de frío artificial.

temperatura permanente en la materia tratada en ellos. La circulación que hacen los líquidos, para obtener la temperatura normal necesaria en la lixiviación, se hace por unos tubos introducidos en otros mayores por los cuales circula agua caliente, que proviene de los motores de la casa de fuerza. El agua caliente entra por una parte de los tubos en sentido inverso de la marcha de las soluciones; en su circulación va dando temperatura a estas soluciones hasta 70°.

Balance del nitrato en elaboración.

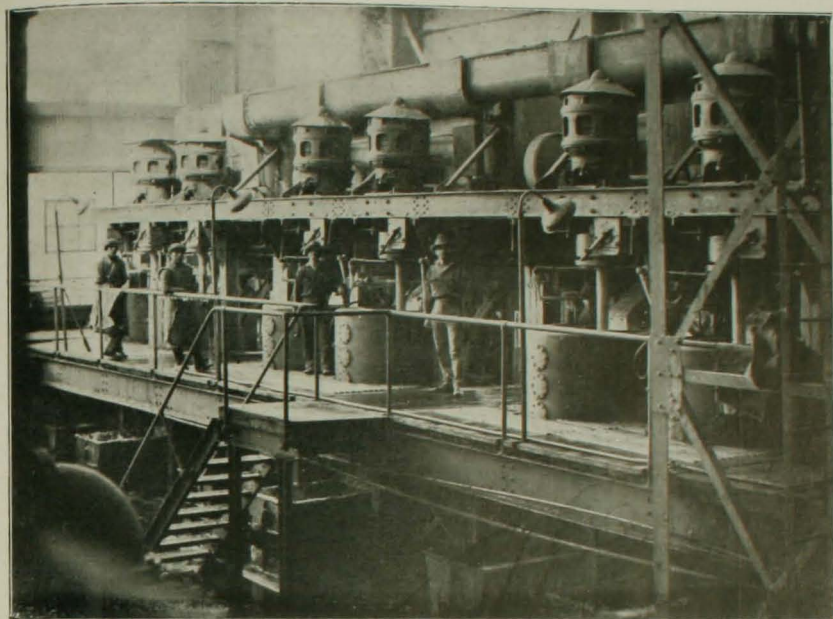
Como ejemplo de trabajo podemos dar el siguiente caso:

La elaboración de 47,066 Kilos de caliche, con 13.76 de nitrato, en el producto seco, o sea 6.400 kgs. de nitrato de sodio puro, más 3.360 kgs. de finos con ley de 20.20 % de nitrato, con el producto seco, o sea 670 kgs. de nitrato puro.

El nitrato de sodio puro entrado al sistema fué:

Nitrato de caliche medio.....	6.400 kilos
Nitrato de finos.....	670 ..
Total.....	7.170 Kilos

Efectuado el ciclo de elaboración, se analizaron y pesaron los residuos y el producto fabricado, encontrándose las cifras siguientes:



Bombas centrífugas.

Pérdidas	Nitrato puro
Ripios con 1.45 % en el producto seco.....	530 kilos
Borras con 6.45 % en el producto seco.....	185 „
Pérdida Total.....	715 kilos

Cantidad extraída en la lixiviación:

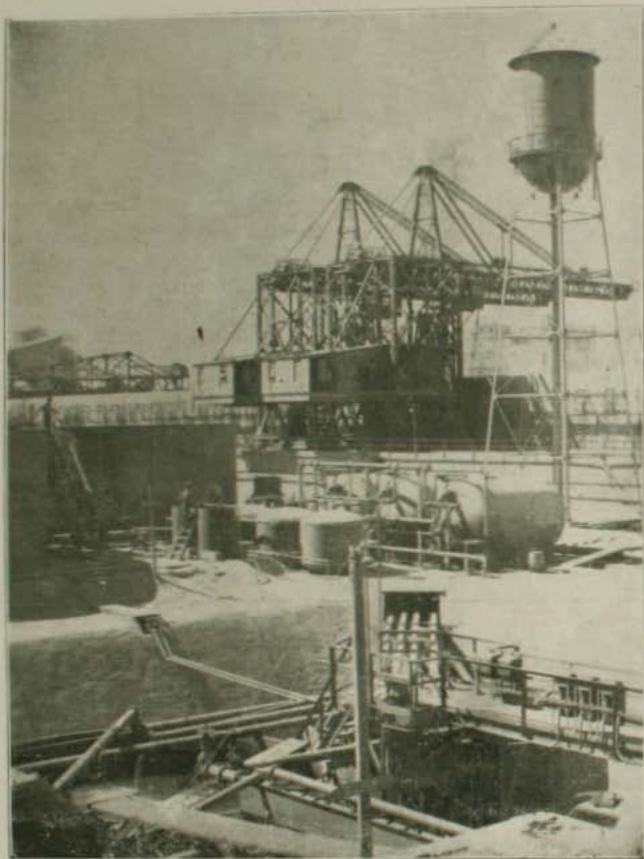
$$7.170 - 715 = 6.455 \text{ kilos}$$

o sea un rendimiento de 90 %.

Los caldos obtenidos depositaron por cristalización 6.377 kgs, de salitre con ley de 99.6 % en el producto seco o sea 6.200 kgs. de nitrato puro, el rendimiento de la lixiviación y recuperación fué de 89.5 %. Estas cifras no son calculadas, sino determinadas experimentalmente, pesando y midiendo todos los elementos que entran en el balance.

El nitrato de sodio seco, tiene las siguientes leyes:

	I	II	III
Nitrato de sodio.....	99.5	97.5	97.8
Cloruro de sodio.....	0.25	1.3	0.33
Sulfato de sodio.....	1.19	0.49	1.9
Materias insolubles no contiene.			



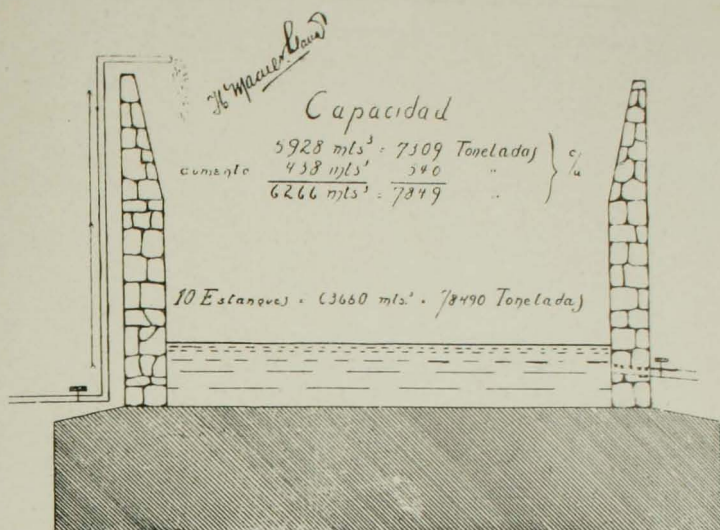
Planta de destilación.

La humedad, tal como sale de la centrifugación es de 2.1 %, pero es evidente, que si se deja secar al aire seco, o se seca artificialmente con gases calientes perdidos, esa humedad baja a 1.2 % que es la humedad mínima del salitre expuesto al aire.

Estanques de lixiviación.

Los estanques de lixiviación son cinco, divididos en dos, resultando así diez estanques; cada uno de estos estanques tiene una capacidad para 7.309 toneladas de material (caliche) = a 5.928 m³.

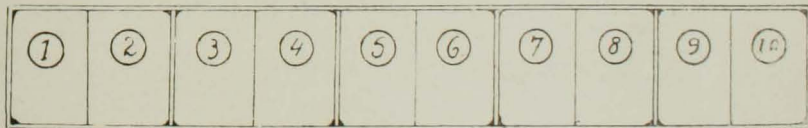
La carga se hace por medio de un puente de carga que reparte automáticamente por medio de una maquinaria o burro transportador, que deposita en capas la carga; este puente de carga es alimentado por una correa transportadora que viene de los molinos con el material; esta transportadora tiene una capacidad de 800 toneladas por hora.



Los alimentadores de soluciones para la lixiviación son tres en cada estanque, y tienen siempre mantenida la altura del líquido cubriendo la materia tratada.

La operación de extraer el nitrato de la materia prima, demora 16 horas.

Estanques dobles de Lixiviación



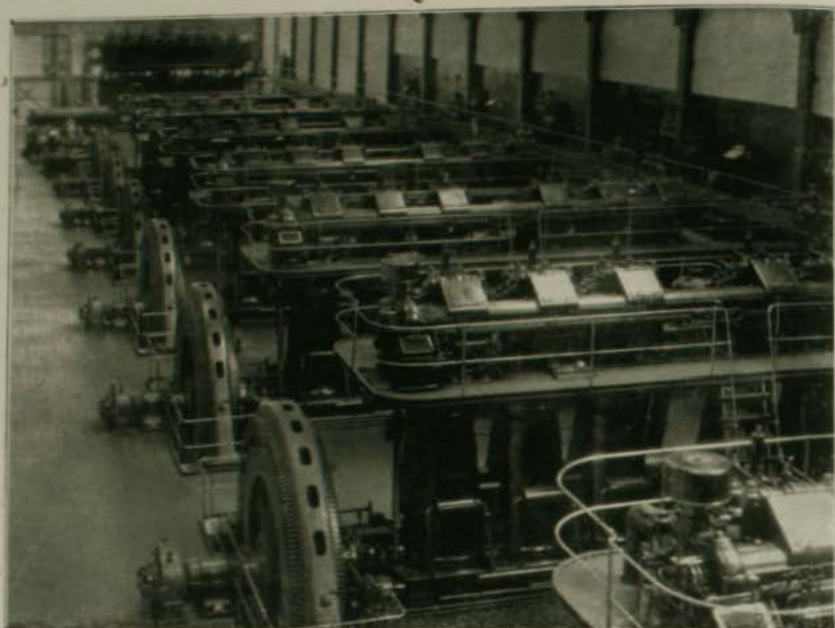
*5 Estanques dobles de Lixiviación
con un diametro de:*

*19' 6" de alto
1' 3" de alto agregado
20' 9"*

*304' 9" de largo
83' 3" de ancho*

Viene en seguida el desripio de los estanques; esta operación la ejecuta el puente de descarga, por medio de unas dragas que vacian en los carros de desripio que llevan éstos a los desmontes.

Las borras son tratadas en los filtros, en donde se les saca un elevado porcentaje de la ley que contienen por nitrato.



Casa de Fuerza.

Motores de la casa de fuerza.

7 Motores Diesel tipo B6 V90-1560 B.H.P. de 150 R.P.M. acoplados a 7 generadores trifásicos tipo MLW 125/1000 — 2400 V- 300 A- 1250 KVA — 0.8 150 R.P.M. 60 — periodos con excitadores de 17,5 K.W. 120 V. 140 A.

1 Motor Diesel 5.600 B.H.P. 164 R.P.M. 220 Toneladas 790 H.P. Scavenger Blower, con expulsador de gases calientes. 2000 KVA. Transformer, acoplado a 5000 KVA. Alternador. Peso del rotor sin eje 24.100 kilos.

En resumen la casa de fuerza de María Elena tiene una potencia eléctrica de:

7 Motores Diesel de 1560 H.P. =	10 920 H.P.	150 R.P.M.
1 Motor Diesel de 5600 H.P. =	5 600 H.P.	164 R.P.M.
	<hr/>	
	16 520 H.P.	

1 Estanque de aceite lubricante con capacidad para 1.350 galones = 5.110 litros.

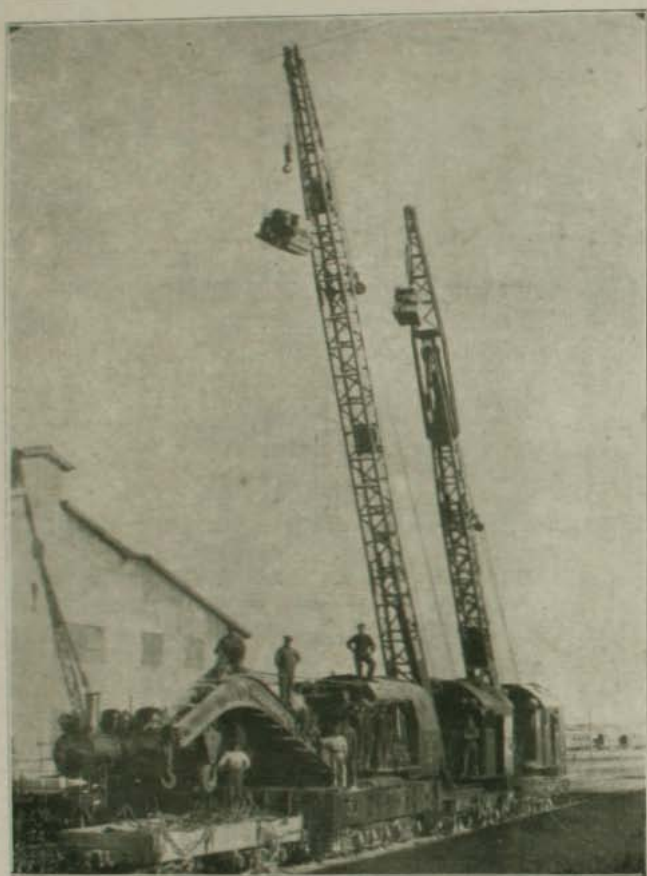
3 Estanques de petróleo con capacidad para 7.500 galones cada uno = 28.387 litros c/u.



Antigua cancha de salitre cristalizado.



Estación de Máquinas eléctricas.



Grúas.

Material rodante.

3	Locomotoras pesadas Meller de 87 toneladas.
8	.. livianas Meller Toco-Barriles, de 61 toneladas c/u.
5	.. para pasajeros Toco-Santa Fé de 57 toneladas c/u.
10	.. del servicio de la Mina de 46 toneladas.
2	.. de 20 toneladas a gasolina.
23	.. de Trolley y Batería de 31 1/2 toneladas c/u.
9	.. Mallet Compoum-Boldwing de María Elena al Tigre.
4	.. Shunting y Mina de 31 6/10 toneladas c/u.
1	.. " " " 18 toneladas.
7	.. Eléctricas de Tocopilla al Tigre de 67 toneladas,

Locomotoras Grúas.

- 1 Locomotora Grúa Browning — 20 de 4 a 20 toneladas con puntal de 50 pies.

- 1 Locomotora — 3 Grúa tipo F. de $5\frac{1}{2}$ a $28\frac{1}{2}$ toneladas con puntal de 60 pies.
 1 Locomotora Grúa "Industrial" de 75 toneladas con 15' de radio hasta 25' de radio con 34 toneladas.

Carros.

140	carros de 10 yardas ³ o 12 toneladas, de volteo.
54	" " 16 " " 30 " para ripio.
205	" " 20 " " 30 " para caliche.
40	" " 8 " " 10 " de volteo para caliche.



Diagrama de la planta granuladora.

DETALLE DEL DIAGRAMA DE LA PLANTA DE GRANULACION DEL SALITRE

(1) Planta granuladora con capacidad máxima de producción para 1500 Toneladas diarias; tiene 32 retortas dispuestas, 16 hornos de 2 retortas cada uno; esta planta está combinada en su ciclo de operaciones con la planta ensacadora de Tocopilla.

(2) Correa de 24" con un promedio de carga de 62 toneladas por hora y un máximo de 150 toneladas por hora.

(3) Buzón de 30 toneladas.

(4) Tres harneros vibradores de 50 toneladas cada uno.

(5) Elevador de capachos.

(6) Buzón.

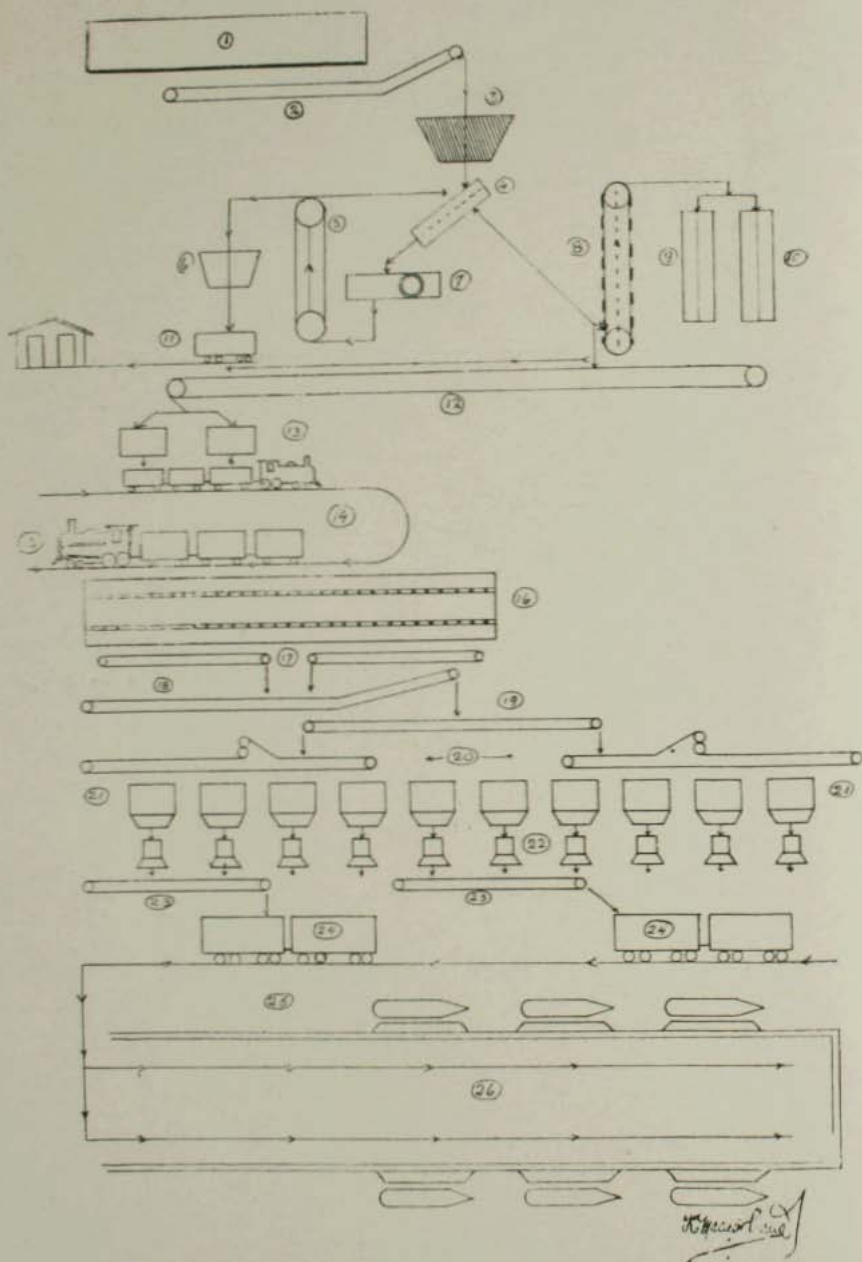
(7) Chancadora Blacke de 7×11 ".

(8) Elevador de capachos.

(9)-(10) Dos enfriadores Tipo Griscom-Russel.

(11) Carro con salitre a la planta de pólvora.

(12) Transportador de 24" con promedio de carga de 56 toneladas y máximo de 150 toneladas por hora.



Proyecto de la planta de almacenaje de nitrato granulado y planta ensacadora de Tocopilla.

(13) Dos buzones de 600 toneladas cada uno = 1200 toneladas = 48 carros.

(14) Convoyes de carros a Tocopilla con salitre a granel.

Carros de 25 toneladas cada uno.

60 carros por día = 1500 toneladas por día, 4 trenes de 15 carros en 24 horas.

(15) Trenes a Tocopilla.

SECCION TOCOPILLA

(16) Buzón de vías para trenes de 15 carros con salitre granulado de 25 toneladas cada uno = 400 toneladas de capacidad.

(17) Dos correas transportadoras de 24" que trabajan debajo del buzón, estas correas tienen una capacidad de 200 toneladas por hora cada una.

(19) Correa transportadora de 24" con capacidad de 200 toneladas por hora.

(19) Correa transportadora de capacidad de 200 toneladas por hora.

(20) Dos correas de 24" de 200 toneladas de capacidad por hora cada una y con distribuidor para los estanques de descarga.

(21) 18 Silos de 5000 toneladas de capacidad cada uno.

$18 \times 5000 = 90000$ toneladas.

(22) 18 máquinas de pesar, ensacar y coser; 5 sacos por minuto = 300 sacos por hora = 2400 sacos por día de 8 horas = 120 toneladas por día de 8 horas = $18 \times 120 = 2160$ toneladas en 8 horas = 98 carros en 8 horas.

(23) Transportadores de sacos a los carros.

(24) Carros planos de 22 toneladas que transportan los sacos de salitre a los muelles.

(25) Lanchas.

(26) Muelle N.º 3 para embarque.

EMBARQUE DIARIO

2 carros para lancha, 4 lanchas cargándose al mismo tiempo, 2 lanchas por hora = $4 \times 2 = 8$ lanchas por hora = $8 \times 45 \times 8 = 2880$ toneladas por día de 8 horas.

Son tantas las operaciones a que es sometido el caliche, después de llegado a la planta, que sería muy extenso describir minuciosamente cada uno de los ciclos de operaciones. En cada sección se trata la materia prima en forma diferente; no habría punto que se pudiera comparar con nuestro sistema Shanks; el transporte se hace por medio de correas de diferentes diámetros y es tal el movimiento que ejecutan que es muy difícil establecer la utilidad de cada una en una visita, como la que hemos hecho, para llegar a formar esta relación. Hemos reunido los datos más precisos, y dar así a la publicidad lo más completo de una información de lo que es la gran planta de María Elena.