

BOLETIN MINERO

DE LA

Sociedad Nacional de Minería  
SANTIAGO DE CHILE

SUMARIO

	Págs.
El problema de la aplicación de los fosfatos naturales molidos como abono y los nuevos métodos para disgregar fosfatos naturales.....	267
Informe sobre un viaje a los principales centros mineros del Departamento de Chañaral.....	285
Sobre el movimiento actual en la industria del cobre en Chile y la participación del capital alemán.....	304
Cotizaciones.....	308

**El problema de la aplicación de fosfatos naturales molidos como abono y los nuevos métodos para disgregar fosfatos naturales.**

El Ministerio de Industria y Obras Públicas (Secc. Minas y Geología) a insinuación del señor Vicente Ossa con fecha del 31 de Enero de 1923, me encargó evacuar un informe sobre, si se podría aplicar apatitas finísimamente molidas como abonos o si sería más conveniente emplear las apatitas en estado disgregado, o sea en forma de superfosfato o disgregadas según alguno de los procedimientos modernos.

Al respecto me permito informar lo siguiente:

Los ensayos muy detallados de abonos hechos en Alemania con apatitas finísimamente molidas y otros fosfatos naturales también molidos han demostrado que estos no tienen generalmente un gran valor práctico en su empleo en la agricultura. Para que un abono de esta naturaleza pueda representar un valor útil para los agricultores debe ser asimilado en el más alto grado posible ya en el primer año de su aplicación o, en otras palabras, que haya en el primer año un aumento tal en la cosecha que el capital invertido en abonos de la tierra sea devuelto junto con un interés lo más alto posible.

Las plantas no asimilan con rapidez mayor las apatitas finísimamente molidas que los fosfatos naturales que existen siempre en el suelo. La

única ventaja del empleo de apatitas molidas es la de evitar un empobrecimiento demasiado temprano de la tierra en ácido fosfórico.

Los ensayos de abono hechos en Alemania han demostrado que la cosecha puede aumentarse en tierras muy ácidas y, especialmente en terrenos pantanosos, esparciendo fosfatos naturales molidos (pero no apatitas). El aumento de cosecha que así se obtiene no es de mucha consideración y además el agricultor a menudo se ve obligado a neutralizar repetidas veces el ácido de tales tierras por medio de cal. Pero en éstas la cal disminuye el poder de las tierras de disgregar los fosfatos naturales.

Para poder dar una idea más clara de este hecho voy a mencionar aquí una propiedad importante que se relaciona con la asimilación de los fosfatos disgregados— es decir, de fosfatos convertidos en fácilmente asimilables y especialmente de la harina Thomas.

Sí, por ejemplo, se quiere obtener un aumento de cosecha de 1,000 kilogramos en granos por medio de abono artificial, las plantas deben asimilar 30 kilogramos de nitrógeno en forma de salitre y 15 kilogramos de ácido fosfórico en forma de harina de Thomas. Pero en la práctica se debe esparcir en el campo respectivo un 50% más de nitrógeno y una cantidad de ácido fosfórico 7 a 8 veces mayor que la calculada. De esta experiencia se deduce que aún un fosfato tan fácilmente asimilable como la harina de Thomas se deja absorber por las plantas con mucho mayor dificultad que el nitrógeno del salitre. Muy similar es el caso del superfosfato.

Pero el ácido fosfórico no asimilado en el primer año, no se ha añadido inútilmente a la tierra; se aprovecha en las cosechas de los años siguientes. Por esta razón, no se pueden considerar completos los ensayos de abono con fosfatos sino en el caso que se extiendan a varios años. Pero esto de ninguna manera significa que la primera cosecha no nos servirá de guía para formarnos un juicio bastante exacto sobre el efecto de un abono fosfatado.

Aún más, los ensayos con abonos fosfatados sólo tienen valor si están a nuestra disposición análisis exactos de la tierra y especialmente la ley de la tierra en fosfatos naturales. Las plantas en ensayo deben disponer cada vez que se haga una experiencia de las cantidades suficientes de nitrógeno y potasio.

Estaría demás describir estos ensayos complicados y bastará llamar la atención hacia los trabajos clásicos que durante 12 años ha efectuado el Profesor Dr. Paul Wagner del Instituto Agronómico de Darmstadt. El Profesor ha publicado una descripción y los resultados de sus ensayos en un pequeño folleto intitulado: *Düngungsfragen unter Berücksichtigung neuerer Forschungsergebnisse von Paul Wagner*, Verlag von Paul Parey,

Berlín 1904 y cuyo estudio a fondo recomiendo a todos los interesados sean productores o consumidores de abonos fosfatados. Aunque las experiencias de Wagner se realizaron hace 20 años y que durante este plazo se conocieron otros hechos y que uno u otro de los resultados de Wagner se explican hoy de diferente manera, el estudio exacto de ellos tiene sin duda mucho valor.

A pesar que los ensayos hasta ahora efectuados en Alemania con fosfatos naturales molidos no han dado resultados prácticos para los agricultores sería deseable según mi opinión que estos ensayos se repitieran con fosfatos molidos chilenos, pues en esta materia la ciencia no ha dicho su última palabra.

Justamente en este último tiempo se volvió a estudiar a fondo esta cuestión. Cito al respecto los trabajos de Nolte publicados en *Frühlings Landwirtschaftlicher Zeitung* 1922, tomo 71, pág. 130. Desgraciadamente no tengo a mi disposición la publicación original y sólo puedo hacer referencia a un resumen publicado en un artículo de la *Chemiker Zeitung* 1923, pág. 379 por Fr. Kanhäuser.

Podemos considerar como seguro en este problema que la asimilación de los fosfatos naturales molidos depende, fuera de la naturaleza de las plantas, de las propiedades de la tierra y del grado de molienda y, en especial, de la estructura mineralógica, estructura que está en relación íntima con las condiciones de la formación y edad geológica. Existe todavía aquí un campo enorme inexplorado.

Además nos hace falta hasta hoy día una forma de análisis rápida y sencilla que nos permita juzgar la asimilabilidad directa de los fosfatos naturales molidos. El método conocido con ácido cítrico y ácido carbónico acuoso se puede considerar en general como un método bastante bueno, pero las propiedades muy complicadas de la tierra no se las toma en suficiente consideración. Sólo un ensayo de abono nos puede dar una solución definitiva. Las experiencias hasta hoy día hechas con fosfatos naturales molidos han demostrado que sólo una pequeña parte de ellos se pueden tomar en cuenta como abonos directos y esto en casos muy especiales. De antemano se debe prescindir de todas las apatitas.

El señor Gustavo Gräf tuvo la amabilidad de poner a mi disposición algunos ensayos de fosfatos chilenos que a continuación menciono:

- 1) 36,84 %  $P^{20^5}$   
 51,45 »  $CaO$   
 3,56 »  $SiO^2$   
 2,49 »  $Cl$  (corresponde a un 40% del ácido fosfórico existente en forma de apatita).  
 0,0 »  $F$   
 4,6 »  $Fe^{20^3}$   
 0,0 » otros metales  
 1,02 » agua.

---

99,96 %

- 2) 74,52 % fosfato tricálcico  
 0,0 » carbonatos  
 6,43 »  $Fe^{20^3}$   
 0,87 »  $Cl$  (corresponde a un 15% de fosfato tricálcico en forma de apatita)  
 0,0 »  $F$

---

81,82 %

- 3) 26,68 %  $P^{20^5}$   
 38,90 »  $CaO$   
 30,08 » Insolubles  
 1,26 »  $Fl$  (corresponde a un 53% de  $P^{20^5}$  existente en forma de apatita)  
 0,45 »  $Cl$  (corresponde a un 10% de  $P^{20^5}$  existente en forma de apatita)  
 6,15 »  $CO^2$

---

103,52 %

- 4) 28,20 %  $P^{20^5}$   
 33,00 »  $CaO$   
 36,02 » Insolubles  
 1,42 »  $Fl$  (corresponde a un 57% de  $P^{20^5}$  en forma de apatita)  
 0,76 »  $Cl$  (corresponde » » 16% » » » » » » )  
 1,84 »  $CO^2$

---

101,24 %

## 5) Lazulita:

65,44	%	SiO <sup>2</sup>
15,70	»	P <sup>2</sup> O <sup>5</sup>
2,72	»	MgO
1,71	»	FeO
12,10	»	Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>
2,12	»	H <sup>2</sup> O
<hr/>		
99,79	%	

Siento mucho no tener sino estos cinco análisis, pero podemos imponernos por ellos que la composición de los fosfatos chilenos es muy variable.

La lazulita, que aparece bajo el número 5, ocupa un lugar especial en comparación de los otros cuatro, hecho que se nota a primera vista si se examina su composición química, y, en consecuencia, tiene este mineral propiedades químicas completamente diversas de los otros. Según el señor Gräf, este mineral al calentarlo se vuelve soluble en ácidos y su ácido fosfórico soluble en citratos. Hace poco tiempo la señorita von Wrangell demostró que el ácido fosfórico encerrado en el fosfato de magnesio previamente calentado se encuentra en un estado más asimilable que la combinación correspondiente de calcio. (Véase *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1922, pág. 251). Al final del presente informe volveré a discutir la importancia de esta observación.

Los fosfatos mencionados bajo 1, 3 y 4 encierran una parte considerable de su ácido fosfórico en forma de apatitas. Esta proporción la podemos calcular si nos basamos en la ley en cloro y fluor y si suponemos que estos cuerpos existen sólo en forma de apatita. Empleando estos fosfatos molidos no se puede esperar un gran efecto abonador. Llamo la atención a aquello que diré más tarde en el capítulo sobre el Neutralphosphat (Fosfato neutro) de Heller.

Otro caso diferente nos presenta el fosfato 2. Este contiene sólo un 15% de su fosfato tricálcico en forma de apatita, deducido según su ley en cloro. Sería de interés determinar el efecto abonador de este fosfato molido.

Y volviendo a la lazulita, esta constituye otro caso completamente diferente. Tendría también mucho interés averiguar como se comporta este mineral molido como abono y, especialmente, después de haberlo calentado, pues, como ya hemos dicho, según el señor Gräf, su ácido fosfórico se vuelve soluble en ácido cítrico. Los fosfatos chilenos se aprovechan hasta ahora en el país exclusivamente para fabricar superfosfatos.

El ácido fosfórico del superfosfato, soluble en agua, se transforma

en toda clase de tierras en fosfatos insolubles por la acción de diferentes bases como cal, magnesia, alúmina y óxido de fierro. Por esta razón, tiene una importancia secundaria si un abono fosfatado es soluble o no en agua. La asimilación de estos fosfatos insolubles se produce por el ataque de los ácidos orgánicos y del ácido carbónico. En consecuencia, la asimilación del ácido fosfórico depende en un grado mucho más alto de las cualidades químicas, físicas y biológicas del suelo que en el caso del nitrógeno y del potasio. Un mismo abono fosfatado puede dar resultados muy distintos en tierras diferentes. Los fosfatos naturales que comunmente contienen su ácido fosfórico en forma de fosfato tricálcico son difícilmente atacables por los débiles ácidos orgánicos y el ácido carbónico, y por esto deben someterse a una disgregación previa.

Pero en la mayoría de los casos el ácido fosfórico no se encuentra en los fosfatos naturales en forma de fosfato tricálcico libre sino en forma de apatitas, las cuales son combinaciones complejas de tres moléculas de fosfato tricálcico con una molécula de cloruro o fluoruro de calcio. Desgraciadamente en toda la literatura a mi disposición no encontré dato alguno que se refiriera a ensayos sistemáticos comparativos sobre la asimilabilidad de apatita molida y la del fosfato tricálcico natural molido que no se halle en forma de apatita ni en la de otras combinaciones complejas.

Según Justus von Liebig la disgregación de los fosfatos naturales se hace por medio del ácido sulfúrico obteniéndose el superfosfato que es una mezcla de fosfato monocálcico soluble en agua y de yeso. Este fosfato monocálcico se convierte en la tierra muy luego, por la acción de las bases, en fosfatos insolubles, y especialmente en aquellos que corresponden a la clase del fosfato dicálcico. La asimilación de estos últimos es fácil, variando con la calidad de la tierra y de las plantas.

Una gran desventaja de abonar con superfosfato se tiene por el enriquecimiento de la tierra en ácido sulfúrico, sobretodo si el abono de superfosfato se repite en el mismo campo durante varios años. Por comunicaciones que he recibido en estos días de Alemania, he sabido que en ciertas regiones de ese país hubo tierras que se acidificaron en tal forma a consecuencia del empleo continuado de abonos ácidos en sentido biológico (superfosfatos y también fosfato de amonio) que llegaron a constituir una verdadera catástrofe para los agricultores, pues las cosechas no sólo no habían aumentado sino que en el último período habían disminuído. El único remedio para este mal es el empleo de abonos biológicamente básicos a saber, salitre chileno o nitrato de sodio sintético, harina de Thomas, cianámidas de calcio, nitrato de calcio, Rhenianphosphat, del cual hablaré más tarde, cal y margas calcáreas.

Mirado este hecho y tomando en cuenta que Alemania debe im-

portar casi todos los fosfatos brutos y la mayor parte de la materia prima necesaria a la fabricación del ácido sulfúrico, no es de extrañar que la industria química en Alemania se haya lanzado a la busca de nuevos procedimientos para fabricar abonos fosfatados.

#### EL RHENANIAPHOSPHAT

La primera fábrica cuyas investigaciones científicas fueron coronadas por el éxito fué la Fábrica Química Rhenania, cerca de Aquisgran y debido en especial, a los trabajos de Messerschmitt y sus colaboradores.

Durante varios decenios constituyó el superfosfato el abono fosfatado predominante en el mercado, hasta que alrededor del año 1880 apareció un nuevo abono fosfatado, la harina de Thomas, después que las experiencias de Hoyermann y H. Albert demostraron que el ácido fosfórico de las escorias Thomas finamente molidas era fácilmente asimilables en tierras de ciertos componentes.

Imitando los procesos de la fabricación de las escorias Thomas, intentó Wolters, hace más o menos 25 años, obtener fosfatos alcalinos fácilmente asimilables fundiendo una mezcla de fosfato bruto con soda o con sulfato de potasio y ácido silícico. Sus esfuerzos fracasaron por dificultades técnicas insuperables, pues no existe materia que pueda resistir a la larga la acción disolvente de los fosfatos fundidos, y el fierro no se puede emplear a causa de las altas temperaturas.

El producto obtenido por Wolters no fué más soluble en agua que la harina de Thomas; pero, más o menos una tercera parte de su ácido fosfórico lo era en una solución amoniacal de ácido cítrico y, más o menos, un 60% en ácido carbónico acuoso. Su efecto abonador fué excelente y en nada inferior al del superfosfato.

Continuando las experiencias de Wolters, Messerschmitt y sus colaboradores calentaron una mezcla íntima formada por determinadas cantidades de fosfato bruto, de caliza y de silicato alcalino hasta su reblandecimiento, esto significa, que no se llegó a la fusión completa, y obtuvieron así un producto que encierra su ácido fosfórico en una forma fácilmente asimilable. Además demostraron que los silicatos alcalinos artificialmente producidos pueden reemplazarse por silicatos naturales, por ejemplo, feldespatos, fonolitas y leucitas. El procedimiento se caracteriza principalmente porque se separa el proceso de la formación de los silicatos del de la disgregación de los fosfatos. Wolters había intentado combinar ambos. Debido a esta separación de ambos procedimientos se puede lograr la disgregación de los fosfatos brutos a la temperatura de reblandecimiento, temperatura muy inferior a la de la fusión completa

que exige el proceso de formación de los fosfatos alcalinos. El reblandecimiento se puede hacer en los hornos ordinarios de cubilote o aún mejor en los rotatorios que se úsan en la industria del cemento. Los klinkers que salen del horno se muelen finamente y hoy día se venden en Alemania en grandes cantidades bajo el nombre de «Rhenaniaphosphat». En los demás países se llama a este producto «Vestaphosphat».

Este nuevo abono puede fabricarse con leyes muy diversas en ácido fosfórico, dependiendo de las materias primas empleadas. Mientras que para la fabricación de los superfosfatos sólo son adaptables los fosfatos de leyes altas y pobres en óxido de fierro y alúmina; para la del Rhenaniaphosphat sirven todos los fosfatos naturales sin excepción. Durante la guerra el bloqueo privó a Alemania de la importación de los fosfatos de altos porcentajes y este país se vió obligado a producir un Rhenaniaphosphat con 12 a 13% de ácido fosfórico, fabricado con materias primas belgas y del Norte de Francia de una ley inferior a un 20%. Actualmente se emplean fosfatos brutos con una ley de 35 a 50% en fosfato tricálcico y con ellos se obtiene un producto de 15 a 20% en ácido fosfórico, soluble en ácido cítrico, ley que se puede llevar hasta un máximo de 25%, con lo cual se estaría por encima de los mejores superfosfatos que deben emplear en su fabricación fosfatos naturales de alto porcentaje.

El Rhenaniaphosphat tiene aún otra ventaja. Como ya hemos dicho los silicatos alcalinos artificiales se pueden reemplazar por naturales y estos tienen muy a menudo una ley, que no deja de ser considerable en potasio; el potasio pasa al Rhenaniaphosphat durante el reblandecimiento. En los silicatos potásicos naturales, el potasio suele ser a veces de fácil y otras veces de difícil asimilación; pero durante la formación del Rhenaniaphosphat se disgregan los silicatos potásicos cualquiera que sea su naturaleza, y el potasio queda en una forma fácilmente asimilable. La ley en potasio del Rhenaniaphosphat naturalmente depende de la de las materias primas empleadas.

En consecuencia el Rhenaniaphosphat resuelve a un mismo tiempo dos problemas; primero, la disgregación de los fosfatos naturales de poco valor y segundo, el aprovechamiento del potasio que se encuentra en la naturaleza en forma de silicatos. Esto último constituye un factor de mucha importancia para los países pobres en potasio.

Una última ventaja del Rhenaniaphosphat la constituye su ley en calcio.

La composición normal del Rhenaniaphosphat es más o menos la siguiente:

15-25 %  $P_2O_5$

8-15 »  $K_2O + Na_2O$  (más o menos 8% de  $K_2O$ )

10-20 »  $SiO_2$

35-40 »  $CaO$

Contiene además óxido de fierro, de aluminio y de magnesio en pequeñas cantidades.

La solubilidad del ácido fosfórico de este fosfato en agua no es muy grande, en algunos alcanza hasta un 10%. Su solubilidad en agua se podría aumentar sin mayores dificultades agregando cantidades mayores de álcalis. Pero en la práctica no se da tanta importancia a esta particularidad, porque el ácido carbónico de la tierra efectúa esta disolución sin dificultad.

El ácido carbónico acuoso disuelve sin dificultad hasta un 75% del ácido fosfórico del fosfato. Ya en el primer paso del ácido carbónico acuoso se disuelve hasta un 40% del ácido fosfórico.

El ácido cítrico y otros ácidos orgánicos débiles también disuelven un producto bien disgregado en pocos minutos, disolviendo junto con el álcali, el ácido silícico coloidal. Al final del informe volveré a hablar sobre la importancia de este hecho. La solubilidad del ácido fosfórico alcanza hasta un 90% en una solución de 2% de ácido cítrico. En una solución alcalina de citrato de amonio la solubilidad del ácido fosfórico es casi la misma que en ácido cítrico puro. El Rhenaniaphosphat corresponde por sus condiciones de solubilidad al fosfato dicálcico y por esta razón se debe esperar en su aplicación una gran analogía con los superfosfatos que se convierten en la tierra en sales del tipo del fosfato dicálcico, hecho que han comprobado los ensayos comparativos de abonos y que aún, en algunos casos, han demostrado superioridad del Rhenaniaphosphat.

Ahora si se compara el Rhenaniaphosphat con la harina de Thomas se ve que tiene un comportamiento muy diferente. La harina de Thomas es muy poco soluble en una solución alcalina de citrato de amonio; parece que el silicato doble de la harina de Thomas se disuelve sólo en presencia de ácido libre y por consiguiente su empleo tendrá más éxito en tierras ácidas, resultado que ha comprobado la práctica.

Debido a su alta ley en substancias básicas no tiene influencia en la solubilidad del Rhenaniaphosphat en ácido cítrico la presencia de substancias básicas como cal. Esta constituye una diferencia con el superfosfato que al entrar en combinación con bases forma cuerpos de solubilidad muy diferente.

De las propiedades químicas del Rhenaniaphosphat se deduce que

reune a las cualidades del superfosfato, alta solubilidad y fácil asimilación de los compuestos que forma en la tierra, las de la harina Thomas, alta ley en cal y carácter básico. Basándonos en las propiedades de solubilidad del Rhenaniaphosphat hay que esperar que este pueda esparcirse en toda clase de tierras sin tomar en cuenta las características químicas del suelo, a igual manera que el precipitado y el superfosfato, lo que se ha demostrado en diversas experiencias.

El Rhenaniaphosphat tiene ventaja sobre el superfosfato por suministrar a la tierra grandes cantidades de álcalis y cal, ésta en forma fácilmente asimilable. La cal es más útil a las plantas en forma de carbonato o de Rhenaniaphosphat que en forma de yeso y éste es el que se encuentra en el superfosfato. Si no se debe abonar un campo extremadamente pobre en cal, se puede satisfacer totalmente el consumo de las plantas con el abono continuado con Rhenaniaphosphat.

También si se le compara con la harina de Thomas se tienen ventajas en favor del Rhenaniaphosphat. La harina de Thomas da buenos rendimientos en tierras ácidas, y pobres en tierras neutras. En tierras básicas su efecto abonador es casi nulo. El Rhenaniaphosphat se puede usar en toda clase de tierras con igual y muy buen éxito, y aún en tierras ácidas ha demostrado en numerosas ocasiones superioridad sobre la harina de Thomas y a menudo mejores resultados que el superfosfato.

El efecto abonador del Rhenaniaphosphat en distintas plantas y actuando en tierras diferentes lo ha estudiado con todo detenimiento el Profesor Dr. Remy y el Dr. Weiske de la Escuela Superior de Agricultura de Bonn, Poppelsdorf. No tendría objeto describir aquí todos estos ensayos. (Véase la publicación de Messerschmitt en la *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1923, página 537 y en el *Landwirtschaftliches Jahrbuch* 49, páginas 685, 728, 1916 y 56, página 1, 57, 1921).

Debemos estudiar entonces si este procedimiento tiene o no aplicación en Chile.

He recibido informaciones de agricultores de diversas partes del país que dicen no haber obtenido resultado satisfactorio alguno con el empleo de superfosfatos en terrenos ácidos, terrenos que se encuentran a menudo en el Sur. En este caso sin duda serviría más un abono fosfatado no ácido, harina de Thomas o Rhenaniaphosphat. ¿Cuál es la situación actual de la harina de Thomas en el mercado, se le podrá comprar en grandes cantidades a un precio bajo? No puedo dar una respuesta categórica, pero en todo caso este producto se debería comprar en el extranjero mientras no hubiese en Chile industria siderúrgica. Existe pues aquí en Chile la necesidad de un abono fosfatado básico, más si agregamos que el Rhenaniaphosphat puede reemplazar al superfosfato. Actualmente está en aumento la demanda de abonos fosfatados

de parte de los agricultores chilenos y seguirá aumentando en el futuro por el empobrecimiento de los campos en fosfatos naturales; en consecuencia en Chile existirá siempre un buen mercado para el abono en cuestión.

Surge entonces la pregunta, de si existe la posibilidad técnica para fabricar este nuevo abono.

Chile tiene en el Norte yacimientos de fosfatos y ya hemos dicho que en la fabricación del Rhenaniaphosphat se puede emplear cualquier fosfato natural. Debería estudiarse primero, si existe en el Norte fosfatos que debido a su poca ley en ácido fosfórico o a la presencia de otros cuerpos, no sirven para la fabricación de superfosfatos, y a estos se les tomaría en cuenta en primer lugar para la elaboración del abono fosfatado que nos ocupa.

Al mismo tiempo se procuraría estudiar si existen en Chile los silicatos alcalinos naturales apropiados.

La resolución de ambas materias es tarea de los geólogos.

Ya se mencionó a principios del capítulo que para fabricar Rhenaniaphosphat se pueden utilizar silicatos alcalinos artificiales en vez de naturales como al principio lo intentó Messerschmitt. El compuesto conocido bajo el nombre de vidrio soluble, se obtiene fundiendo una mezcla de soda y ácido silíceo o de sal de Glauber, carbón y ácido silíceo. La soda debería importarse y entonces, probablemente el procedimiento resultaría demasiado caro o talvez se podría utilizar soda natural. La soda natural existe en el Norte y siento mucho no tener informes sobre el valor de estos yacimientos. Y si agregamos que la soda natural desempeña un papel cada vez más importante en el mercado mundial, queda de manifiesto el valor de las investigaciones geológicas de los yacimientos de soda. Yacimientos de soda en otras partes del mundo citaremos el del lago Magadi, en Africa, que debe encerrar enormes masas de soda y cuya producción no podemos saber qué influencia pueda tener en el precio de la soda en el mercado mundial.

El Norte de Chile también es rico en sulfato de sodio. Las fábricas de vidrio aprovechan desde hace mucho este producto natural en vez de la soda más cara. Si se pretende hacer vidrio soluble de sulfato natural, en vez de soda, se necesita para su reducción carbón. Actualmente se acostumbra emplear carbón de leña por su baja ley en cenizas. También se dice que se han obtenido espléndidos resultados con aserrín. Hasta ahora no se han empleado carbones de piedra ni coke para no obtener un producto impuro. Pero estas circunstancias probablemente no tendrían influencia alguna en nuestro caso.

Otra materia prima necesaria para la fabricación del Rhenaniaphosphat es la caliza; tampoco falta esta materia prima en el país.

Se ve por consiguiente que existe la posibilidad técnica de fabricar Rhenaniaphosphat en el país.

Otro aspecto del problema lo constituye si la fabricación de este producto resultará bastante barato o, en otras palabras, si se puede elaborar un producto en el cual la unidad en peso del ácido fosfórico tenga un precio inferior o, a lo menos igual, a la del superfosfato.

La resolución de esta parte del problema sólo puede obtenerse después de estudios preliminares muy detallados ejecutando las investigaciones geológicas respectivas e investigando por último en una planta de ensayo.

Quizás podría hacerse la fabricación preliminar en una fábrica de cemento o en otra que disponga de hornos rotativos. En la época de la guerra se obtuvo por primera vez el Rhenaniaphosphat en una fábrica Belga de cemento, en Obourg cerca de Mons y a razón de 400 toneladas por día. También convendría estudiar el punto en que se deba instalar la fábrica definitiva después que todos los estudios preliminares hubiesen dado un resultado satisfactorio.

#### EL FOSFATO NEUTRO

El razonamiento fundamental de Liebig en el cual se basa la fabricación del superfosfato dice que sólo el ácido fosfórico soluble y por tanto disuelto en la tierra puede ser asimilado por las plantas. Partiendo de esta idea propuso en el año 1840 aumentar el efecto de la harina de huesos disgregándola con ácido sulfúrico. El agricultor inglés Flemming llevó por primera vez a la práctica las ideas de Liebig, empleando además de harina de huesos también fosfatos naturales.

Sin embargo, por trabajos más recientes, sabemos que el ácido fosfórico soluble de los superfosfatos pierde esta cualidad transformándose por la acción de las numerosas bases en fosfatos insolubles, mejor dicho, muy difícilmente solubles; pero debemos agregar que estos productos difícilmente solubles son de fácil asimilación en parte debido a su carácter químico i en parte a su finísima distribución en la tierra.

El ácido fosfórico soluble en la tierra pierde su cualidad no sólo por circunstancias químicas sino también físicas y biológicas.

Las causas físicas comprenden en primer lugar la absorción por las sustancias coloidales de la tierra. Sin embargo, esta absorción no ejerce una influencia desventajosa. Entre la sustancia absorbente y la solución (en nuestro caso el líquido de la tierra) se establece un equilibrio; pierde el líquido parte de su materia en suspensión por la asimilación de las raíces, y parte de la sustancia absorbida vuelve al líquido restableciendo el equilibrio.

La absorción biológica del ácido fosfórico consiste en una descomposición del fosfato por micro-organismos. Esto significaría más bien que una desventaja una ventaja para las plantas pues, sin duda alguna, el ácido fosfórico se encuentra en una forma de muy fácil asimilación en los micro-organismos muertos i en las secreciones de ellos.

Juega un papel de importancia máxima la fijación química del ácido fosfórico en la tierra.

Hoy día no cabe duda que se exajeró la importancia de la solubilidad en agua del ácido fosfórico del superfosfato. Se desempeñan bien abonos fosfatados que no contienen casi nada de ácido fosfórico soluble o muy poco, como por ejemplo la harina de Thomas y Rhenaniaphosphat, y cuyo ácido fosfórico es bien asimilable.

El problema para el productor de abonos fosfatados no consiste en solubilizar el ácido fosfórico en agua sino en convertirlo en asimilable por las plantas.

En tres formas diferentes se ha intentado satisfacer esta condición hasta hoy día:

- 1) por la disgregación ácida con ácido sulfúrico (superfosfatos).
- 2) por la disgregación básica (harina de Thomas y Rhenaniaphosphat).
- 3) por una molienda fina (huesos).

Los ensayos relacionados con el punto 3 no han dado todavía resultados satisfactorios en todos los casos en cuanto se refieren a los fosfatos minerales como hemos mencionado al principio. Recientemente se ha avivado el interés por estos ensayos y se ha empleado el molino de coloides de Plauson. Pero por lo hasta ahora publicado sobre estos experimentos, se debe considerar muy problemático que conduzcan al resultado esperado. Dos puntos parecen ser especialmente oscuros: primero, si efectivamente por una simple molienda se pueden separar las partículas de fosfatos de los minerales acompañantes como: silicatos, carbonatos, fluoruros, etc. haciendo así un abono de fácil asimilación; esta duda se justifica porque aún no se ha constatado si los fosfatos naturales son sólo mezclas mecánicas o compuestos complejos en el sentido de Werner; segundo, cabe la duda de si la molienda fina se puede efectuar con ventaja económica. Las apatitas no son ciertamente mezclas de fosfato tricálcico con fluoruro y cloruro de calcio, sino constituyen un complejo típico en el sentido de Werner. Llamo aquí la atención a lo ya dicho sobre la relación entre la estructura mineralógica y la asimilabilidad.

Basándose en estos hechos y además en la observación de que el abono continuado con superfosfatos empeora los campos, el señor Fritz

Heller, de Praga, ha ideado un nuevo abono fosfatado al cual llama abono neutro (Neutralphosphat).

Heller también utiliza como materias primas fosfatos naturales, harina de huesos y ácido sulfúrico, pero emplea sólo la cantidad de ácido sulfúrico necesaria para descomponer los fluoruros y carbonatos, pero que no alcance a descomponer los fosfatos. De aquí el nombre de fosfato neutro.

Sirve de base al razonamiento de Heller la consideración de que bastaría descomponer los minerales acompañantes para aislar las partículas de fosfato que de este modo serían fácilmente asimilables. El carbonato de calcio se transforma en yeso, substancia neutra que ni acidifica la tierra ni fija ácidos de ella. Según se deduce de las investigaciones de Heller parece que los fluoruros tienen una influencia muy perturbadora sobre la asimilabilidad, aún cuando los fosfatos minerales respectivos se encuentren finísimamente molidos. Heller tiene dos teorías para explicar la influencia perturbadora de los minerales acompañantes. Los carbonatos y silicatos y acaso también los fluoruros ejercen una acción netamente mecánica impidiendo el ataque del líquido de la tierra por una envoltura que forman alrededor de las partículas de fosfatos verdaderas; o, con mayores probabilidades, se trata de compuestos complejos en los cuales las moléculas de fosfatos están químicamente protegidas contra el ataque del líquido de la tierra. Esto ocurre en el caso de las apatitas.

El ácido fluorhídrico formado por la descomposición de los fluoruros destruye también los silicatos que pueden ejercer una protección mecánica o química sobre la molécula de fosfato.

Así se obtiene según las materias primas empleadas un abono fosfatado con leyes de 20 - 25% de ácido fosfórico total de gran solubilidad en soluciones de ácido cítrico y ácido carbónico acuoso.

La cantidad de ácido sulfúrico necesaria depende de la ley de los fosfatos brutos en fluoruros y carbonatos. Esta cantidad alcanza aún en una materia prima muy mala sólo a una fracción de la que se exige para la fabricación del superfosfato.

Heller mismo hizo con su nuevo producto ensayos detallados de abono y llegó a encontrar que se obtiene con una cantidad determinada de ácido fosfórico en forma de fosfato neutro, el mismo aumento de cosecha que con la misma cantidad en forma de superfosfato, proporcionando al mismo tiempo las cantidades necesarias de potasio y nitrógeno. (Véase la publicación en la *Chemiker Zeitung*, 1923, página 121).

Si los datos que suministra Heller se comprobaran en el futuro, el fosfato neutro tendría las siguientes ventajas sobre el superfosfato:

- 1) Se economiza ácido sulfúrico;
- 2) La tierra no se acidifica tanto.

3) La unidad en peso de fosfato neutro contiene más ácido fosfórico que la del superfosfato, pues se agrega menos ácido sulfúrico a la materia prima. Esto significaría economía de flete en el transporte de iguales cantidades de ácido fosfórico. Este hecho tendría gran importancia en Chile.

Tanto de los puntos de vista netamente científico como práctico sería deseable que alguna de las fábricas chilenas de superfosfato se decidiera a repetir los experimentos de Heller con fosfatos chilenos.

Entre los fosfatos chilenos cuyos análisis he mencionado anteriormente, el número 2, despierta un interés especial pues no contiene carbonatos ni fluoruros. Desgraciadamente su análisis no es completo. Encuéntrase en este mineral la mayor parte del fosfato tricálcico no en forma de un compuesto complejo—en virtud de su ley en cloro existiría un máximo de 15% en forma de apatita clorífera—; por esta razón bastaría molerlo para que tuviera efecto abonador, siempre que la explicación química de Heller se ciñera estrictamente a la verdad.

También nos ofrece el fosfato N.º 1 un interés especial desde el punto de vista de los trabajos de Heller. No contiene fluoruros ni carbonatos, pero tiene una ley alta en cloro y por tanto puede encontrarse hasta un 40% del ácido fosfórico en forma de apatita clorífera.

Siento mucho no saber, por carecer de la literatura correspondiente, si ya se han hecho investigaciones sistemáticas sobre la asimilabilidad de las apatitas cloríferas comparadas con las fluoríferas.

Además tendría interés en investigar el comportamiento de esta apatita libre de fluor y carbonatos, transformándola en fosfato neutro según Heller. Heller asegura que el ácido fluorhídrico que se origina en la descomposición de las apatitas fluoríferas destruye los silicatos, pero el ácido clorhídrico que escapa en la disgregación de las apatitas cloríferas no descompone toda clase de silicatos.

Los fosfatos números 3 y 4 contienen carbonatos y fluoruros. En consecuencia para fabricar fosfato neutro deberán empleárseles de preferencia; desgraciadamente los análisis no dicen nada de la composición de los insolubles. También sería necesaria una investigación mineralógica para saber si los insolubles corresponden a ganga mezclada mecánicamente y si forman compuestos complejos con los fosfatos en cuanto estos últimos no se encuentran en forma de apatita. Durante el análisis el ataque con ácido puede disgregar los compuestos complejos disolviéndose los fosfatos libertados y quedando el resto del compuesto complejo en forma de un residuo insoluble.

La lazulita, número 5, no contiene halógenos, ni carbonatos, ni calcio, pero es rica en ácido silícico. Llamé ya la atención a las características que presenta al calentarla. Si este mineral no tiene efecto abo-

nador sea que se haya calentado o no previamente, entonces se debería investigar si es más apropiado para la disgregación ácida o básica.

Creo haber citado con las presentes exposiciones una serie de puntos de vista que justifican un estudio geológico detallado de los fosfatos chilenos en vista de la importancia práctica de proporcionar fosfatos nacionales a la agricultura del país. Siento mucho tener datos tan poco completos acerca de los yacimientos de fosfatos del Norte y tener que basar mis suposiciones sólo en los pocos análisis puestos a mi disposición por el señor Gräf.

Antes de empezar con los estudios que he propuesto, sería condición preliminar e indispensable que se investigaran a fondo los yacimientos chilenos de fosfatos haciendo un muestreo exacto; estas muestras no sólo deben someterse a análisis completos sino también a un estudio mineralógico detallado.

Una vez terminados estos estudios preliminares puede empezar el trabajo del químico técnico, evitando las pérdidas de tiempo y trabajo.

Antes de terminar esta exposición deseo llamar la atención sobre unos trabajos modernos del problema de abonar con fosfato.

Mencionaré primero los trabajos de la señorita Dra. von Wrangell y del Profesor Dr. Aereboe. Estas investigaciones tienden a obtener un aprovechamiento mejor de los fosfatos de la tierra y de los abonos fosfatados, de los cuales en cada cosecha se asimila una pequeña cantidad en contraposición al nitrógeno y al potasio. Según ambos investigadores se pueden aprovechar mejor los fosfatos abonando en primer lugar con cantidades mayores de nitrógeno y de potasio y en especial cuando se trata de plantas de raíces profundas, por ejemplo leguminosas. Además un abono con sales de magnesio desempeña un rol importante bajo ciertas condiciones para obtener una mejor asimilación del ácido fosfórico. Es imposible entrar aquí a discutir los interesantes estudios y teorías de ambos investigadores y bastará citar una publicación de A. Stutzer en la *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1922, pág. 250, y además el interesante libro de la señorita von Wrangell titulado *Gesetzmässigkeiten bei der Phosphorsäureernährung der Pflanzen*, Casa editorial Paul Parey, Berlín, y el del profesor Löw en Munich titulado *Zur chemischen Physiologie des Kalkes*.

El mismo fin de obtener un aprovechamiento mejor del ácido fosfórico lo persiguen también los trabajos de O. Lemmermann y H. Wiehsmann. Según ellos el ácido fosfórico es mucho más asimilable en presencia de ácido silíceo coloidal. (Véase *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1923, pág. 102).

Otro camino siguen Plausen y la Fábrica Química de Haën en Seelze, cerca de Hannover. Ambos entregan a la tierra los fosfatos en forma co-

loidal. Plausen pretende obtener esto por medio de su molino de coloides y Haën transformando los fosfatos al estado coloidal por vía química.

Un método parecido al de Heller emplea el profesor Reitmaier, en Viena, tratando de hacer asimilables los fosfatos naturales por medio de cantidades relativamente pequeñas de ácido sulfúrico. Véase *Chemiker Zeitung*, 1923, pág. 205.

Todos los ensayos últimamente mencionados para obtener una mayor asimilabilidad en los fosfatos naturales son de gran valor en primer lugar en países de moneda desvalorizada como actualmente Alemania y Austria.

Pero tampoco los consumidores y productores chilenos de abonos fosfatados deben descuidar los trabajos modernos sobre la asimilación del ácido fosfórico, pues estos también pueden llegar a ser de importancia para los agricultores chilenos que según mi opinión deben representar la base económica del país.

K. REISENEGGER.

#### APENDICE

Poco después de terminado este informe apareció un artículo sobre el empleo directo de fosfatos naturales molidos como abonos en el número 74 de la *Chemiker Zeitung* 1923, firmado por Herman Hilbert.

Este autor hace hincapié en que esta cuestión se estudie a fondo, problema del cual se ocupó durante 32 años de su vida. Hace ver que el número de los yacimientos de fosfatos naturales y la magnitud de ellos es muy limitada. El mismo obtuvo como gerente de la fábrica de fosfatos Bávara en Heufeld un aumento de cosecha con fosfatos naturales molidos que no era inferior al obtenido con superfosfatos. Además cita los trabajos de Girard (Comptes rendus el 16 de Enero de 1918) el que dice que en muchos casos los fosfatos naturales molidos dan el mismo efecto que los que han experimentado un tratamiento químico.

Menciona también una publicación de Dyes (*Chemiker Zeitung*, 1922, pág. 258). Según este una mezcla de  $1/3-1/5$  de fosfatos solubles en agua con  $2/3-4/5$  de fosfatos molidos da el mismo resultado que el empleo de fosfato puro soluble en agua. Desgraciadamente no se menciona la clase de fosfatos naturales de que se trata.

Se recuerdan además las investigaciones de O. Reitmaier en Viena y de Tacke en Bremen. Estos investigadores constataron que unos fosfatos de Argelia y también otros de Bélgica y de Francia son muy apro-

piados para abonos directos y son preferibles en muchos casos al superfosfato y a las escorias de Thomas. Aquí se trata de fosfatos de formación geológica reciente.

Hilbert se pronuncia en contra de la fabricación de fosfato neutro y también en contra del Reformphosphat y del Rhenaniaphosphat, pues, según su opinión los gastos de producción de estos abonos fosfata-dos no guardan relación con el efecto que producen. Los agricultores pueden comprar con una misma cantidad de dinero más fosfato bruto que fosfato químicamente disgregado y obtienen de esta manera una reserva de ácido fosfórico.

Tengo dudas respecto de esta opinión; en ningún caso se la puede generalizar. El autor mismo dice en el curso de su publicación que sólo pocos fosfatos naturales son apropiados para abono directo, es decir, que la mayoría tiene que disgregarse. Sin duda puede ser más provechoso para los agricultores emplear fosfatos naturales molidos si tienen a su disposición fosfatos de formación geológica reciente.

Hilbert cita además los ensayos de unos químicos agrónomos franceses basándose en un folleto de G. Gavelle, titulado *La Culture Moderne*. Los investigadores mencionados en este folleto son: Grandeau Caperán, Marty, Chapelle, Miécaze, Pécastaing y C. Roussel. Estos investigadores obtuvieron con los fosfatos molidos cosechas que no eran inferiores a las obtenidas con superfosfatos o harina de Thomas. Se trata aquí en primer lugar de fosfato de Gafsa. Desgraciadamente Hilbert no da ningún detalle sobre la edad geológica de este fosfato.

Aún considerando la publicación de Hilbert, puedo repetir lo que he dicho en mi informe: que se estudien a fondo los yacimientos de fosfatos chilenos desde el punto de vista geológico y mineralógico y que se ensaye enseguida para determinar cual es la mejor forma posible de usarlos en la agricultura, sea en estado molido o disgregado según uno de los procedimientos enumerados.

---

---

## Informe sobre un viaje a los principales centros mineros del Departamento de Chañaral.

### GENERALIDADES

*Condiciones generales.*—Chañaral es un departamento que vive casi totalmente de la minería, ahí no existen ricos yacimientos de salitre como en el departamento que lo limita al norte, Taltal, ni hay agua para abastecer la agricultura y la ganadería como en las comarcas más al Sur. Debido a estas circunstancias el departamento ha sufrido más que otras partes del país por la depresión industrial y comercial que causó la guerra mundial y que todavía subsiste. A esto se agrega la catástrofe del maremoto del 10 de Noviembre del año pasado que destruyó la parte inferior de la ciudad de Chañaral, ocasionando perjuicios además, a muchas minas.

Ya es oportuno dirigir nuevamente la atención de los interesados a las riquezas que aún existen en aquellas regiones y que están esperando su explotación. Hay muchas minas ya explotadas en las cuales no pueden reanudarse los trabajos; hay otras sin embargo, que todavía tienen cantidades suficientes de minerales que pueden extraerse con beneficio y hay otras más, casi vírgenes, con minerales abundantes, aunque de ley media y baja, que ofrecen buenas ganancias con una explotación en grande escala. Además, la parte andina del departamento está poco explorada y seguramente contiene yacimientos todavía desconocidos.

*Historia.*—Las minas de Chañaral estuvieron en su apogeo en los tres últimos decenios del siglo pasado y en el primero del siglo actual, cuando se explotaron los minerales importantes de Monte Cristo, Las Animas, Salado, San Pedro de Cachiyuyo, Carmen, Carrizalillo, Inca de Oro y Exploradora. Algunas de estas minas han sido explotadas económicamente, otras se explotaron al piquen, lo que causó su agotamiento antes de tiempo. Después de explotar las partes más ricas quedaron los minerales de menor ley que no se podían explotar con beneficio en los tiempos de baja del precio de cobre y a falta de reservas las sociedades o comunidades tuvieron que abandonar las minas. Por último, contribuyó mucho a la depreciación de la minería el paro de la fundición de la Compañía Francesa en Chañaral, al principio de la guerra mundial. Actualmente no existen minas en pleno trabajo y algunas pocas se trabajan con pirquineros.

*Expectativas.*—Como en otros distritos mineros antiguos, las posibi-

lidades para la minería, como ya se ha mencionado más arriba, consisten en la explotación en grande escala de los yacimientos, mantos o zonas impregnadas, con minerales de media y baja ley, pero abundantes. En éstos vale la pena establecer plantas de concentración con largas cañerías de agua, plantas de lixiviación y otras aplicaciones más de la minería moderna. Además, hay una condición sine qua non: una fundición en Chañaral o en Pueblo Hundido. Esta debe ser grande para que ofrezca una rentabilidad mejor y más segura que un establecimiento pequeño. Será necesario, sin embargo, que los dueños de la fundición sean también dueños de un número suficiente de minas para independizarse, si es necesario, de las otras minas sobre las cuales no tienen control.

Al elegir las minas debe tomarse en cuenta que el azufre es escaso y en partes los sulfuros de cobre tienen comparativamente poco de esta materia necesaria.

La cuestión del agua puede resolverse parcialmente por el empleo de agua del río Salado para un establecimiento de concentración en este centro; la de Chañarcito, Finca de Chañaral y la de otras fuentes para lixiviación. En otras quebradas que salen de la Cordillera se puede encontrar probablemente agua subterránea que podría usarse para evitar una larga y costosa cañería de la Cordillera.

Ultimamente parece que pudiera venir ayuda a este respecto de la Andes Copper Mining Co. que intenta emplear el agua del río Ola, pero sólo hasta la quebrada Salado al lado de la Sierra de Caballo Muerto, donde queda libre el agua para otros consumos. Con el agua ya existente allá, podría contarse con 1,000 litros por segundo, lo que bastaría no solamente para crear fuerza motriz, sino también para los fines de concentración y lixiviación en todos los minerales principales del departamento en la vecindad del río Salado.

*Facilidades.*—La situación de la mayoría de los minerales es buena por la cercanía del ferrocarril; el flete por carretas cuesta más o menos \$ 00.8 por tonelada por kilómetro. Este alto flete se explica por la ausencia de pasto en la región y la carestía del forraje para los animales. El mantenimiento de un mulo cuesta de 3 a 5 pesos diarios según la estación del año y el precio del forraje.

Los jornales que durante la guerra fluctuaban entre 5 y 6 pesos para operarios del exterior y entre 6 y 7 para los mineros, actualmente fluctúan entre 7 y 8 pesos. El costo de un socavón o galería de 2 por 1,5 m. es de 80 a 180 pesos por metro, profundizar un pique de 2 por 2,5 metros, cuesta 300 pesos por metro. Los precios de la leña y del carbón son \$ 60 y \$ 220 respectivamente puesto en estación del ferrocarril. El agua potable para las casas tiene que traerse a veces de muy lejos. El agua para

fines industriales se puede obtener sólo del río Salado y de algunas aguas, pero de éstas en cantidad reducida.

La vida es bastante cara debido a la falta del agua para regadío; pero el clima es sano, sin grandes fríos en invierno o gran calor en el verano. En la cordillera naturalmente siempre hace bastante frío.

#### LAS CONDICIONES GEOLÓGICAS

Las condiciones geológicas de la región costanera, en la cual se encuentran la mayoría de los yacimientos son sencillas donde quiera que la formación corresponde con las rocas granodioríticas de la costa. Sólo a lo largo de la orilla se extiende una faja estrecha de capas de pizarras antiguas arcillosas y micáceas en partes atravesadas por intrusiones graníticas, como en Barquito. Al E., más al interior, predominan granitos, dioritas, syenitas y las variedades porfíricas del mismo magna. Las últimas generalmente ocurren como intrusiones y filones en las primeras y tienen relación con los yacimientos metalíferos. Ascendieron en la edad secundaria y terciaria mientras las pizarras micáceas y los granitos y dioritas en su mayoría son más antiguas.

En algunos pocos puntos quedan también restos de las estratas mesozoicas, calizas areniscas y esquistos; la masa principal de ellas aparece en la falda poniente de la alta Cordillera, donde junto con las porfiritas de la misma edad están atravesadas y en partes cubiertas por rocas eruptivas del terciario.

Las rocas más modernas son los acarreos cuaternarios en los valles principales y las lavas de la alta Cordillera que en partes descienden más abajo, por ejemplo, hasta las minas de Potrerillos.

La mayoría de las minas se encuentran en la formación costanera, donde los yacimientos están en conexión causal con los filones más modernos de pórfido, porfírita, andesita, etc. El rumbo de los filones eruptivos y de los yacimientos ligados a ellos es distinto; en general se pueden distinguir dos direcciones principales, una de N.—S. y otra de E.—O. hasta N. O.—S. E. Los yacimientos con rumbo N.—S. son yacimientos de cobre, los con rumbo E.—O. tienen principalmente minerales de hierro con ley de cobre en la mayoría de los casos. Probablemente los dos sistemas son de edad distinta y sería interesante investigar más prolijamente esas relaciones. En varios casos se puede constatar que justamente en los cruzamientos de grietas o vetas de los dos sistemas, se encuentran los ricos bolsones que dieron fama a la región minera de Chañaral.

## EL SALADO

*Historia.*—El mineral El Salado fué descubierto a mediados del siglo pasado. Primeramente se pudieron explotar sólo los minerales de alta ley, que se transportaron en burros o carretas al puerto para venderlos a Europa. La Limbo por ejemplo, produjo durante 10 años (1855-1865) carga para 30 carretas diarias de mineral de color de una ley media de 18-22%. Después de construir el ferrocarril y de establecer una fundición, las condiciones mejoraron también para las minas de menor importancia.

*Expectativas.*—Más tarde, como ya hemos mencionado antes, el agotamiento de los bolsones más ricos, la baja del precio de cobre y la falta de capital de reserva hicieron paralizar la explotación. Con todo eso el mineral El Salado forma hoy día todavía uno de los más importantes del distrito. Por combinación de propiedades, centralización del trabajo y por el empleo de aplicaciones modernas, como andáriveles o ferrocarriles industriales para el transporte de los minerales al establecimiento de beneficio, por concentración, etc., y mediante una explotación científica se podrían crear empresas muy prometedoras. Para una sociedad poderosa la cuestión del agua podría también resolverse más fácil que para las actuales pequeñas empresas separadas.

Pocos kilómetros más arriba del pueblo de Salado sale el río Salado con bastante caudal y aunque forma un pequeño arroyo de pocos litros por segundo, probablemente tiene una cantidad subterránea suficiente para abastecer un establecimiento de concentración con capacidad de trescientas toneladas diarias. El agua tiene un gran por ciento de sales y no se presta para la lixiviación; pero con su peso comparativamente grande se presta bien para la concentración mecánica.

*Situación.*—La situación de las minas es favorable en cuanto se encuentran a poca distancia del ferrocarril; sin embargo, el terreno es montañoso y para un establecimiento se necesitan andariveles para el acarreo de los minerales.

Las minas se hallan a ambos lados del valle Salado, las mayores al lado Norte. Las más importantes corridas de vetas se trabajan en los grupos de minas Limbo Jote y Tulipán-Estaca.

## LA MINA «LIMBO»

*Situación.—Antecedentes.*—La mina consiste de un grupo de pertenencias que cubren una faja de más de un kilómetro sobre la veta principal y sus ramas. El pique principal, de 200 metros de hondura, dista



Minas Jote y Limbo

unos 2 kilómetros de la estación y en el tiempo de plena producción estaba unido con ella por un desvío de ferrocarril. La mina pertenece a la American Smelting y Refining Co., que la compró a la Sociedad Industrial de Atacama. Desde aquel tiempo la mina está de pára y llena de agua hasta 100 metros de profundidad.

*La mina.*—Actualmente viven allá el cuidador y 3 ó 4 pirquineros, que sacan mineral en las pocas partes accesibles. Hace 30 ó 40 años, trabajaban 300 mineros y sacaron una gran cantidad de minerales ricos de los bolsones enormes de 30 y 40 metros de espesor que formaba la veta principal.

Dicen que la mina está agotada hasta 200 metros de profundidad y que se encuentra en los planes mineral pirítico de baja ley (4 a 6%) que también existe en grandes cantidades. En la superficie se observan todas

las grietas y hendiduras de la roca encajadora rellenas con especularita en forma de arenilla, lo que hace sospechar que pasan por allá crueros ferruginosos. Hay grandes rajos superficiales cansados por el hundimiento de los rajos subterráneos de explotación. La veta corre N.-S. e inclina perpendicularmente al O.

#### LA MINA «JOTE»

*Situación.*—Colinda con la anterior hacia el N. y cubre 14 hectáreas y unos 800 metros de la corrida de la veta principal, que es la misma que



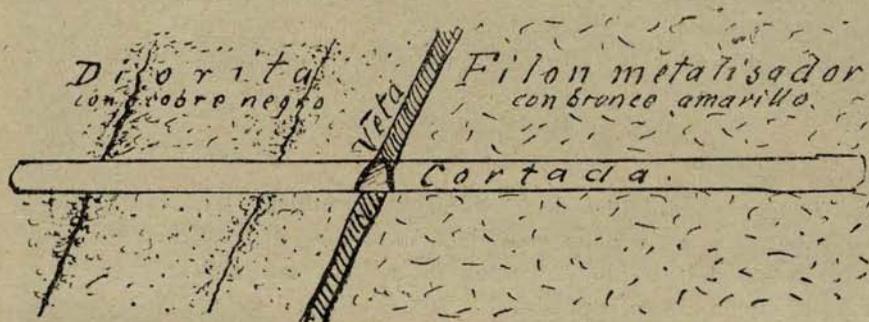
Minas Limbo y Jote.

la de la Limbo. Pertenece al señor Domingo Pinto, que trabaja la mina con pocos mineros. Tiene la misma veta bolsoneira que la Limbo, pero está comparativamente poco explotada.

*Trabajos.*—El pique, que se encuentra a unos 180 metros al N. del

límite con la Limbo, tiene 160 metros de profundidad y los rajos de explotación con espesores de 5 a 8 metros se extienden del pique 80 metros al S. hasta la cancha 3 y 40 metros al S. en las canchas 6 y 7. En los niveles 4 y 5 hay poca explotación. Cerca del pique la explotación alcanza 150 metros de hondura pero la parte inferior del pique desde 140 metros de profundidad se encuentra con agua.

*La veta.*—No hay explotación hacia el Norte; sólo desde la cancha 7 a 140 metros de hondura, se llevó una galería al N. de 80 metros de longitud a lo largo del filón eruptivo de color verde oscuro y de grano muy fino que probablemente corresponde al filón criadero del yacimiento. Cerca del pique se ha reconocido este filón por una cortada de 13 metros de largo, sin encontrar la caja oriente. Esta cortada actualmente está rellena con piedras, pero se dice, que el filón se encuentra en la cortada pecado con bronce amarillo, de manera que la roca representa un mineral de 2 a 3% de cobre. Hacia el poniente la roca clara encajadora forma una zona de quebramiento o brecha de filón cuyas grietas y hendiduras se hallan rellenas con cobre negro. A 3 y 8 metros de distancia de la galería se encuentran grietas con zonas más ricas de cobre negro y acerado. Hacia abajo, donde se siguió esta zona, los minerales mencionados cambian a bronce amarillo.



El filón criadero de roca verde se angosta hacia el N. pero en todas partes tiene impregnaciones de chalcopirita y nidos y fajas del mismo mineral a lo largo de las cajas. Cerca del remate de la galería, donde mide no más de 60 centímetros, se siguió una faja de pocos centímetros de ancho de bronce amarillo que hacia abajo se abrió y formó un bolsón de 2 metros de ancho. Hacia el poniente la roca clara de la caja está descompuesta y contiene pecas de cobre negro. Posiblemente se puede encontrar allá la continuación del depósito brechoso que existe cerca del pique.

*Expectativas.*—En todo caso la mina está poco reconocida y tiene buenas expectativas en consideración a su extensión y a la naturaleza de su yacimiento. En la boca-mina se puede ver el afloramiento de la veta

con 6 metros de espesor y compuesta casi únicamente de carbonato de cal, ganga que también se encuentra en grandes cantidades más abajo.

Hay grandes desmontes en la superficie, pero principalmente minerales de color con mucho carbonato y mezclado con pocos sulfuros.

#### MINAS VECINAS

Hay un número de minas vecinas con vetas de menor importancia que tienen espesores de 0,50 a 1.50 metros como La Flor de María, Venegas, Santa Ana, etc. Aunque muy poco desarrolladas y actualmente de pára, merecen atención, siempre que puedan mejorarse las condiciones de explotación, transporte y beneficio, especialmente las que tienen zonas de impregnación fuera de sus vetas. Actualmente sólo las minas Limbo y Jote tienen caminos carreteros a la estación

#### GRUPO FLOR DE TULIPÁN.—ESTACA

*Pertenencias y Situación.*—Este grupo pertenece a la sucesión Rojas y consiste de las pertenencias:

Flor de Tulipán . . . . .	1 ha.
Desempeño . . . . .	3 »
Estaca . . . . .	3 »
Ecuador. . . . .	3 »
Rosa. . . . .	3 »
	<hr/>
	13 ha.

Un camino carretero de 6 kilómetros conduce del pueblo por la quebrada Tulipán a la mina situada a unos 850 metros sobre el nivel del mar al N. E. del pueblo. Tiene un pique con máquina a petróleo (45 H.P.) de 220 m. de profundidad.

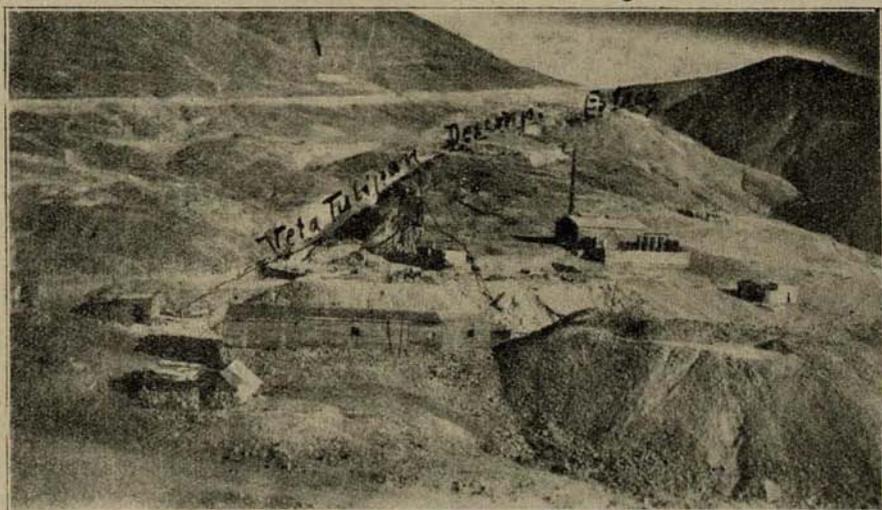
*Las vetas.*—Hay dos vetas: la Tulipán con rumbo N. S. y la Rosario rumbo N. O.—S. E., que cruza la primera a corta distancia al S. del pique. Las vetas Desempeño y Estaca corresponden a la continuación Sur. Como en las minas Limbo y Jote, las vetas son vetas de contacto entre la caja diorítica y filones andesíticas, que en partes se encuentran metalizadas. La roca encajadora también está impregnada y de esta manera se han formado bolsones ricos cuya explotación resultaba muy lucrativa.

*Ley.*—Según planillas de venta se explotaron durante los años Octubre 1914 hasta Abril 1917: 8,320 toneladas con una ley media de 12% de cobre; dicen que todo el beneficio de la explotación alcanzó unos 3 millones de pesos.

*Expectativas.*—Actualmente no hay mucho mineral a la vista y el



Chañaral después del maremoto.



Grupo Tulipán.

reconocimiento es poco; con toda probabilidad existen grandes cantidades de mineral de ley media y baja en los mantos (zonas de impregnación) que acompañan las vetas y en las partes inferiores no explotadas de las vetas.

*Trabajos.*—La explotación en la veta Tulipán alcanza 170 metros de profundidad y en la veta Rosario 200 metros. En dirección del rumbo la explotación se extiende solo hacia el Sur del pique. La parte inferior de la mina actualmente está con agua; pero según indicaciones de



## PARTE ESTE DEL MINERAL

Algunos kilómetros más al E. del grupo Limbo-Jóte, hay cierto número de vetas de rumbo distinto que tienen en general, un espesor menor que las descritas antes, de 0,50 a 1,50 metros pero que son de la misma clase. En partes la roca encajadora se encuentra impregnada. Visité las minas California y Suerte del señor Ansalto y la mina Despreciada que distan unos 4 kilómetros del pueblo de Salado hacia el N. E.

*San Francisco.*—La San Francisco (3 ha.) tiene 2 vetas paralelas, distantes 5 metros una de otra. Consisten de roca encajadora descompuesta con impregnaciones de minerales de color, que también impregnan la caja, de manera que se explota en partes un yacimiento de 6 metros de espesor. El pique tiene 30 metros de hondura, los trabajos de explotación siguen de 6 a 8 metros más hacia abajo y se extienden (sobre todo el largo) desde la mina Arturo, que deslinda al Sur, hasta el límite con la Suerte al N. El rumbo de las vetas es N.-S., la inclinación casi vertical, un poco al O. Un camino carretero conduce de la mina al pueblo y a la estación. Actualmente trabajan algunos pocos mineros en la mina y sacan minerales de color de 8 a 12% de cobre, con ayuda de tornos.

*Suerte.*—La mina Suerte al N. de la anterior tiene 3 ha. y trabajos de explotación hasta 80 metros de hondura, cerca del pique y de 60 metros más al S. El pique antiguo se encuentra aterrado en su parte inferior e inaccesible. La extensión lateral de sus laboreos es de unos 100 metros, la veta corresponde a la de la mina San Francisco, con mantería en la caja. A 70 metros de profundidad se pueden ver rajos de explotación de 8 metros de espesor. Actualmente está de pára.

*Despreciada.*—La mina Despreciada está situada a 500 metros al poniente de la Suerte. Perteneció a un grupo de pertenencias con 9 has. de extensión. La veta tiene 0,5 a 1,0 metros de ancho, corre N. O.-S. E. e inclina un poco al S. O. La caja está mineralizada hasta 4 metros de espesor. Los bronceos amarillos comienzan a 40 metros de la superficie, los trabajos alcanzan 50, el pique (con torno), 80 metros de hondura. El dueño trabaja la mina con algunos mineros y saca minerales con ley de hasta 15% de cobre.

*Otras minas.*—Las otras minas de esta región tienen yacimientos semejantes o de menor importancia. Actualmente están de pára o trabajadas por pirquineros. Con un establecimiento de concentración en Salado y buenos caminos desde las minas, muchas de las últimas podrían ser explotadas con beneficio. Para la lixiviación aparentemente no se prestan los minerales por su contenido en carbonato de cal y porque la zona oxidada en esta parte es reducida.

## LAS ÁNIMAS

Representa uno de los minerales más explotados. Ya antes de 1807 se unió el mineral con el puerto de Chañaral por un ferrocarril de 26 kilómetros de largo que se prolongó 24 kilómetros más al E., hasta el mineral de Los Pozos, en el año 1908.

Todas las minas del mineral están situadas en la misma corrida de veta, que generalmente se divide en dos ramos. El rumbo es E.-O. y las minas en orden sucesivo son: Poderosa, Ampliación, Fortunata, Frontón, María Luisa, Progreso, Elena, Delfina, Capitana y Mercedes, pertenecientes todas a la Compañía Francesa. Estas minas cubren una extensión de la veta de 3 kilómetros; más allá en ambas direcciones la veta es pobre y parece corresponder a un filón eruptivo metalizado.

Los broncees generalmente comienzan a los 100 metros de profundidad; pero en partes se encuentran a poca hondura. La ganga es calcita, cuarzo y actinolita; la calcita aparece a veces en gran cantidad. Además, se encuentra en partes mucha siderita; pero no se puede considerar esta veta como de hierro a pesar de su rumbo E.-O. Sin embargo, hay otras vetas paralelas en la vecindad que tienen minerales de hierro y carbonato de cal.

La mina más profunda es la Frontón con un pique de 540 metros. Sigue la Fortunata con 450 y la Progreso con 340 metros de hondura. Estas tres están comunicadas a 340 metros de hondura por una galería.

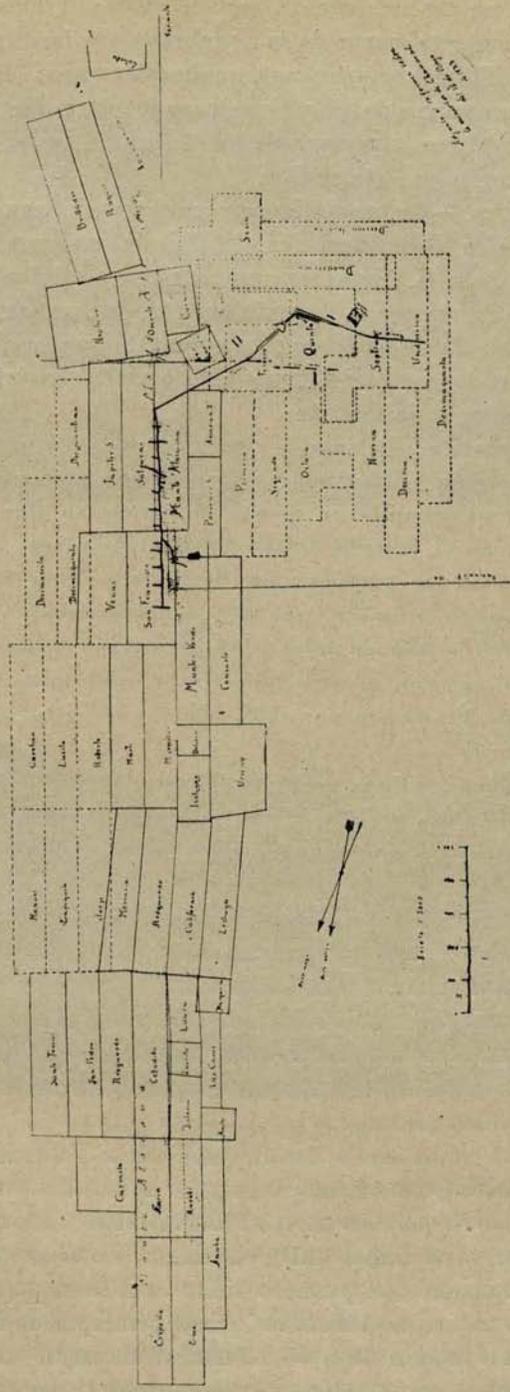
Los broncees comienzan a 100 metros de hondura y los minerales más ricos se encuentran entre 50 y 200 metros de hondura. Más abajo aumenta la pirita que se mezcla con el bronce amarillo cada vez más, hasta que en los planes los minerales no tienen ya más que 3 ó 4% de cobre. Por eso y por el alto costo de extracción de tanta hondura, se abandonaron las minas, que actualmente son trabajadas por algunos pirquineros.

Al poniente de la Progreso sigue la Elena, en la cual comienza un socavón de más de 200 metros de largo hacia el poniente que sigue hasta la mina Capitana, donde hay un pique con máquina a petróleo en buen estado. El pique tiene 80 metros de hondura sobre la veta. La explotación no se extiende mucho por debajo del socavón porque el mineral generalmente es pobre y las piritas comienzan a poca hondura. La potencia de la veta allá es de 0,5 a 2 metros. Todas las minas están situadas a poca distancia del ferrocarril.

## LOS POZOS

*Situación.*—El mineral consiste de cierto número de minas situadas cerca del remate del ferrocarril de Chañaral a 50 kilómetros de distancia de ese puerto y se extiende principalmente entre la quebrada Animas y

Mineral Las Fugas



1911  
 1912  
 1913  
 1914  
 1915  
 1916  
 1917  
 1918  
 1919  
 1920  
 1921  
 1922  
 1923  
 1924  
 1925  
 1926  
 1927  
 1928  
 1929  
 1930  
 1931  
 1932  
 1933  
 1934  
 1935  
 1936  
 1937  
 1938  
 1939  
 1940  
 1941  
 1942  
 1943  
 1944  
 1945  
 1946  
 1947  
 1948  
 1949  
 1950  
 1951  
 1952  
 1953  
 1954  
 1955  
 1956  
 1957  
 1958  
 1959  
 1960  
 1961  
 1962  
 1963  
 1964  
 1965  
 1966  
 1967  
 1968  
 1969  
 1970  
 1971  
 1972  
 1973  
 1974  
 1975  
 1976  
 1977  
 1978  
 1979  
 1980  
 1981  
 1982  
 1983  
 1984  
 1985  
 1986  
 1987  
 1988  
 1989  
 1990  
 1991  
 1992  
 1993  
 1994  
 1995  
 1996  
 1997  
 1998  
 1999  
 2000

Flamenco, en un terreno montañoso de 850 a 1,000 metros s. n. d. m. No hay agua en esta parte de la quebrada de las Animas y poco en la quebrada de Flamenco y en una quebradita cerca de lamina La Verde. Esta agua es un poco salobre y sirve para los animales, mientras que para fines domésticos se recoge agua de los techos de casas, donde la precipita la niebla frecuente en esta región.

*Yacimientos.*—Los yacimientos consisten de una corrida de vetas y mantos que salen de la dirección del Salado con rumbo N. S. e inclinación fuerte hacia el E. Las vetas aparecen como grietas, desde las cuales se formó la zona impregnada llamada manto, con un ancho variable, según la extensión de la faja de quebramiento que acompaña las grietas. Evidentemente hubo movimientos a lo largo de las grietas porque estas muestran espejos y jaboncillos.

Generalmente se distinguen dos mantos distintos, el manto Verde y el manto Atacama. El primero es un manto de cobre con poco fierro (especularita); el segundo un manto de fierro con algo de cobre. Hacia el N. divergen y en la Kuroki distan 100 metros y más. Hacia el S. convergen y se unen en las pertenencias de la Compañía Francesa. La superficie parece pobre en cobre, que sólo aparece debajo de ella; pero los minerales de fierro le dan un color obscuro que permite reconocer la faja mineralizada del terreno al otro lado de la quebrada Animas por el N. y de la quebrada Flamenco por el S. La ley de cobre hacia estas regiones parece disminuir.

Algunas de las minas, como la Manto Verde, la Manto California, la Laura y otras, han sido trabajadas desde hace varios decenios. Los mineros siguieron las partes más ricas a lo largo de las grietas.

#### GRUPO «MANTO VERDE»

*Antecedentes.*—Este grupo consiste de un gran número de pertenencias que cubren el afloramiento de los mantos por 2 y medio kilómetros (véase el croquis adjunto). Después de la compra de las minas de los señores Besa por la Compañía Francesa en 1906, la última comenzó un socavón largo con el fin de explotar la gran cantidad de los minerales de baja ley en escala grande.

*Trabajos.*—Con este socavón cuya boca se encuentra a poca distancia del ferrocarril, se alcanzó el manto a los 350 metros y se siguió el manto hacia el N. por 600 metros. Llevaron el socavón a lo largo de una grieta que forma el límite entre el manto Verde al poniente y el manto Atacama al naciente; el primero tiene allá sólo pocos metros de ancho, mientras que el último forma la parte principal de la mantería. A intervalos de más o menos 50 a 50 metros se llevaron estacadas por el E. y también algunas hacia el O. para reconocer la mantería, que en partes



Mina Progreso desde la mina Elena.



Parte Sur del grupo Manto Verde.

tiene un gran espesor, aunque con mineral de baja ley. Una de las cortadas mide 100 metros sin alcanzar el fin de la mineralización. Hay también chiflones de conexión entre los trabajos antiguos y el socavón.

*Cantidad y ley.*—De todos los laboreos se ha hecho un muestreo según el cual se calcula que hay a la vista 10 millones de toneladas con 2,4 por ciento de cobre, o bien, en las partes más ricas, 2 millones con 4,5% de cobre. Las partes más ricas se encuentran cerca del socavón a lo largo de las grietas. Ya se han explotado allá partes del manto en grandes ra-

jos de explotación de 6 a 8 metros de ancho, en partes se encuentran 2 rajos, uno al lado del otro en perfil.

*Manto Atacama.*—El mineral del manto Atacama principalmente es arenilla en partes transformada en hematita. Muestra generalmente un color verdoso por la mezcla con los minerales de cobre. Estos minerales rellenan las numerosas hendiduras y grietas de la zona de quebramiento así que forman un yacimiento de rebosadero o a veces aún representan una brecha de filón. El yacimiento da la impresión, de ser en general pobre, pero con puntos ricos y puntos sin cobre con especularita solamente, que forma el cemento de la brecha. En partes se ven cantidades de carbonato de cal y de fierro, pero generalmente los minerales no parecen tener estos materiales en cantidades que impidan la lixiviación del cobre, según los experimentos hechos.

En ninguno de los laboreos se encuentra bronce amarillo sino minerales de color en todas partes y algo de almagrado o acerado en hondura. Se profundizaba un pique en la cortada más larga con 70 metros de hondura. Sólo tiene indicios de bronce en los planes, así que se puede suponer que la zona de bronce aparecerá a unos 200 metros de hondura.

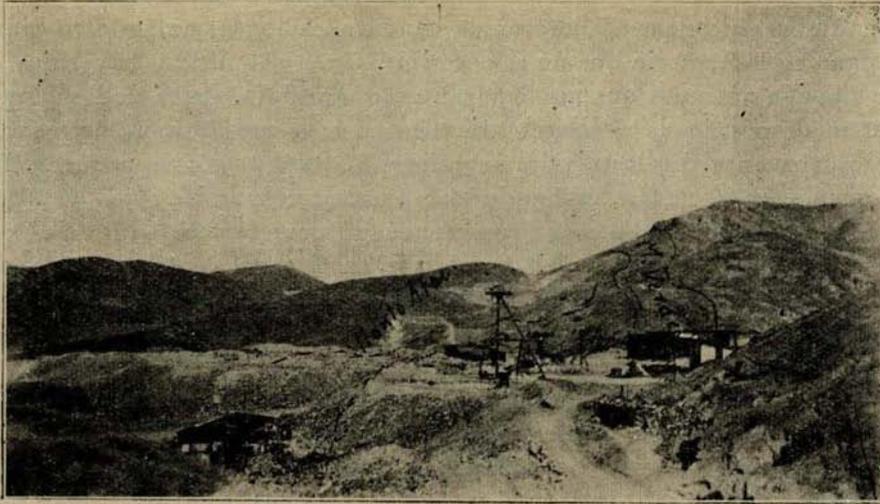
El remate del socavón se encuentra más o menos 120 metros debajo de la superficie en la pertenencia San Francisco. El punto más alto de la mantería (1,030 metros sobre el nivel del mar) se halla en la pertenencia California. El socavón tiene una altura sobre el nivel del mar de 850 m.

*Trabajos antiguos.*—En la California (o Manto Verde) hay grandes rajos de explotación a cielo abierto con 6 metros de ancho. Estos rajos corresponden a las partes más ricas a lo largo de las grietas metalizadoras; por arriba (Oeste) de los rajos se ven 30 metros más de impregnación en la superficie y por abajo (Este) de 6 a 8 metros. Hay también trechos sin minerales de cobre dentro de la mantería, a lo menos en la superficie.

*Manto Verde.*—Los laboreos antiguos se extienden a 120 metros de hondura y hasta 300 metros de largo. Los minerales sacados tuvieron una ley media de 7 a 8%. Aquí en la California se trata sólo del manto Verde, que generalmente es más rico que el manto Atacama. Bajo otro aspecto también es más valioso el manto Verde porque sus minerales sulfurosos dan concentrados más rico en cobre que los minerales del manto Atacama cuya concentración resultará mucho más pobre a causa de los minerales de fierro que predominan en él.

#### GRUPO «LAURA»

Colindante hacia el N. del Manto Verde se encuentra el grupo Laura de los señores Scholberg que comprende las pertenencias: Laura, Laurita, Victoria, Las Casas, Margarita, Cebadilla, Resguardo, San Pedro y Santo



Mina Laura hacia el Sur.



Mina Kuroki hacia el Sur.

Tomás, todos juntos unas 27 ha. que cubren más o menos 500 metros de la manería en corrida.

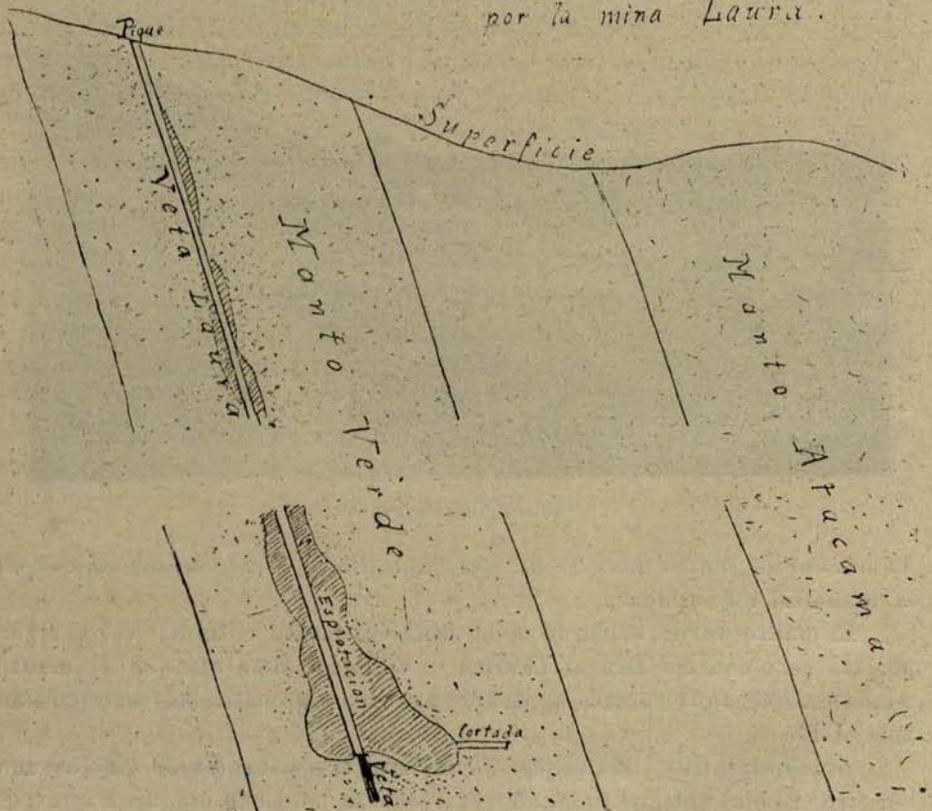
El manto Verde, saliendo de la mina California o Manto Verde sigue por las pertenencias Laura, Laurita y Victoria. Mientras que el manto Atacama que aquí ya está separado del otro atraviesa las pertenencias más al E.

*Trabajos.*—Hay dos piques en la Laurita, distantes 30 metros uno del otro. El más antiguo tiene malacate, el más moderno máquina a petró-

leo. Ambos alcanzan 90 metros de hondura. Además, existe otro pique antiguo en la Victoria que no es accesible. Cerca del último hay rajos de explotación antiguos que no alcanzan gran hondura. Cerca de los piques más modernos, los laboreos se extienden no más que 70 a 80 metros a lo largo del manto. En los niveles superiores la explotación es pequeña. En los planes de 90 metros de hondura se escavaron grandes rajos de 15 m. de ancho. Los minerales más ricos se encuentran en la veta Laura que corre N.-S. con poco manteo al E., y además, en el manto cerca de esta veta. Hacia el O. de la veta la parte aprovechable mide de 6 a 8 metros, hacia el E. de 10 a 15 metros.

*Ley.*—Dentro de esta zona la ley es 8-9% según indicaciones de los mineros. Más al O. y E. todavía sigue la impregnación, pero los minerales son muy pobres para la explotación bajo las condiciones actuales. El manto de fierro no está trabajado a causa de su baja ley en cobre. El mineral pallado en la cancha tiene una ley de 14%, los desmontes con bronce 4-6%.

*Perfil esquemático  
por la mina Laura.*



*Minerales.*—Los minerales de cobre son: En la superficie crisocola, un poco de malaquita; debajo de la superficie, sulfato, crisocola, malaquita, un poco de atacamita y brochantita; más abajo siguen bronce negro, añilado y acerado que permanecen en la veta misma hasta los planes. Desde 60 metros de hondura están mezclados con bronce amarillo que predomina en el manto. Actualmente la mina está de pára.

## GRUPO KUROKI

Colindante al N. del grupo Laura sigue el grupo Kuroki, del señor Figueroa, con las pertenencias Kuroki, Amalia, Anita, María, Carmela, Ema y Española que comprenden unas 25 has. y cubren 800 metros de la mantería.

*Yacimientos.*—El manto Verde pasa por Kuroki, Amalia i Ema, el manto de fierro por María y Española. El primero tiene un espesor de unos 50 metros en la superficie. Los minerales son los mismos que en la Laura, pero faltan los bronces, pues el pique que se ha profundizado en una grieta llamada Veta Kuroki, en la pertenencia Amalia alcanza no más de 30 metros.

*Trabajos.*—La explotación tampoco se extiende más de 30 metros a lo largo. Más al N. en la misma pertenencia existen algunos rajos superficiales de explotación cuyas desmontes tienen una ley de 3 a 4%. Cerca de los planes del pique hay una cortada de 13 metros de largo, donde tomé una muestra sobre 13 metros que dió:

Cobre . . . . . 4,05% Cal (sol. en ácid) . . 0,093% Cloro . . . indicios

Parece que el contenido en atacamita y carbonato de cal y de fierro es muy reducido y que por eso se presta bien el mineral para lixiviación. Los sulfuros pueden esperarse a la misma hondura que en la Laura, es decir, a 60 ó 70 metros. El dueño comenzó a profundizar un pique en la Kuroki (ahora 12 metros de hondura) entre los dos mantos desde el cual intenta reconocer ambos mantos por cortadas.

## CONCLUSIONES

Por la abundancia de sus minerales, el mineral de Los Pozos indudablemente es uno de los más importantes del departamento. Si el socavón en el grupo Manto Verde se prolongase suficientemente al N. llegaría en los grupos Laura y Kuroki a más o menos 100 metros de bajo de la superficie. Por este socavón se podría explotar entonces un yacimiento de 3 kilómetros de largo y a lo menos de 50 metros de ancho, pues con una ex-

plotación en escala grande, podría aprovecharse una cantidad mayor de los minerales de la manería. La explotación podría efectuarse a bajo costo de la misma manera que se proyectó en Potrerillos. Investigaciones más prolijas, reconocimientos por sondajes, experimentos de lixiviación y concentración deben preceder a la construcción de las grandes plantas.

El agua necesaria para la lixiviación y concentración se puede conseguir talvez de las fuentes más al E. de Chañarcito y Finca de Chañaral, que están a mayor altura que las minas. A causa de las fuertes inversiones que exige una empresa grande con capitales que probablemente no darían intereses durante una serie de años, sólo sociedades poderosas pueden pretender a esta empresa.

Toda la corrida desde el mineral Salado por Los Pozos hasta Remolinos, corresponde a uno de los más grandes depósitos de cobre de Chile y sin duda tiene un gran porvenir.

J. KUNTZ.

(Continuará).

---

---

## Sobre el movimiento actual en la industria del cobre en Chile y la participación del capital alemán (1).

Desde hace unos quince años atrás algunos grupos financieros norteamericanos empezaron a dedicar mayor atención a las riquezas cupríferas de Chile. Técnicos fueron mandados con la misión de visitar los distritos mineros y estudiar los yacimientos de cobre, para elegir los más apropiados con el objeto de hacer instalaciones en gran escala. Se buscaba reemplazo a las grandes minas norteamericanas, las cuales están próximas al agotamiento. En Chile encontraron lo que buscaban y este éxito atrajo otras empresas de Norte América. Es muy probable que la acaparación de los yacimientos cupríferos chilenos por el capital norteamericano, que ya en la actualidad es muy activa, tenga en el futuro aún mayor intensidad de modo que se podría hablar de una penetración industrial de este lado.

Un colega que está mayor tiempo en el país me escribe en este respecto:

«Mientras que las sociedades Guggenheim y Anaconda se preocupan esencialmente de financiar los grandes yacimientos que forman las bases

---

(1) Publicado en la revista "Metall und Erz", Octubre 22 de 1921. (Halle-Alemania).

de empresas industriales de mayor escala, otros dirigen su atención a la utilización de yacimientos más chicos, que sólo reunidos en grupos pueden servir de base para la formación de faenas metalúrgicas.

«En el último caso se procede de la manera siguiente: Como ninguno de los yacimientos es suficientemente grande por sí solo, para ser punto de apoyo de una usina metalúrgica, ésta se hace independizada tanto en su situación como también técnicamente de cada una de las minas. Se instala como núcleo central de la Empresa en un lugar de situación favorable en cuanto a comunicaciones ferroviarias u oceánicas y trabaja en conexión orgánica con un número suficientemente grande de minas pertenecientes a la empresa o por lo menos en dependencia financiera de ésta, asegurándose así la entrega de minerales de composición adecuadas y en cantidades suficientes. Comprando minerales ajenos, según necesidad, se aumentará esta cantidad. A la empresa metalúrgica hay agregada una sección técnica minera que desarrolla las minas propias y las prepara para una explotación sistemática. Al mismo tiempo se van estudiando continuamente nuevos yacimientos hasta entonces no trabajados, los que son comprados en caso de tener expectativas.

«Por la existencia de una faena metalúrgica central, dicha empresa domina completamente la situación y la tendencia de esta labor es acaparar al fin y al cabo todos los yacimientos valiosos de la amplia zona, que por la falta de toda competencia representa su propia e indiscutida esfera de intereses, transformándose de este modo en una empresa industrial de primera categoría.

«Mientras que una empresa de las nombradas primeramente (utilización de un solo yacimiento grande) por su relación orgánica y local está completamente ligada a la mina y dependiente de esta en cuanto a tamaño y desarrollo, una empresa de la segunda clase será mucho más independiente en lo que se refiere a posibilidades de expansión. Sus límites en realidad le serán trazados únicamente por la existencia de yacimientos en los departamentos y provincias vecinas y las condiciones de transporte de los minerales.

«Dirigentes de estas empresas son personas muy competentes y la manera determinada y segura de su proceder, como también el genio financiero de los cooperadores, merecen sin duda, ser reconocidos y del lado alemán imitados».

Especialmente en mi práctica como Ingeniero Consultor e informante, he tenido ocasión de hacer observaciones en este sentido.

Casi en todos los asuntos que me son entregados por los interesados, encuentro los indicios de este trabajo incesante y determinado, que se interesa especialmente allá, donde un yacimiento de buena expectativa esté dando malos resultados o hasta no se sigue trabajando, a causa de

que el propietario no dispone del capital necesario para hacer la explotación en buena forma.

Alemania especialmente después de la pérdida de sus colonias depende en su mayor parte del extranjero, de sus enemigos de la guerra mundial, en lo que se refiere a aprovisionamiento de cobre y como es uno de los consumidores principales de este metal, sería deseable que por lo menos sea capital alemán el que produzca el cobre que necesita. Además, no puede ser indiferente que el capital o el trabajo alemán participe en aquella industria que de aquí a un futuro no muy lejano será la más importante. Del lado enemigo ya se ha constatado con satisfacción que la participación del capital alemán en la industria minera de Chile va disminuyendo y que las compañías que actualmente tienen un trabajo relativamente importante, están casi exclusivamente en manos norteamericanas o son, como Naltagna y Panulcillo, inglesas o francesas. Felizmente se encuentran como de muestra el ejemplo de la firma Krupp (1) fuera de las compañías que dejan el campo a sus colegas americanos, también algunas que reconocen la importancia que tienen las riquezas mineras de Chile en el futuro industrial del país. Especialmente en este caso, en que la posibilidad de buena ganancia coincide con el interés nacional de que el trabajo alemán no falte a este desarrollo de Chile, seguramente se encontrarán círculos interesados que no se cierran a estas consideraciones y que después de una resolución en tal sentido no tardarán en realizarla.

Especialmente el actual período de depresión general, en que la mayor parte de las minas están de pára y miles pertenencias, quizás muy valiosas, se abandonan sea el momento oportuno para la adquisición de propiedades mineras. Esto también lo saben las empresas rivales y por esto no se debería perder más tiempo para no dejarle a aquéllas la libertad de elección.

Los círculos chilenos dirigentes verían con agrado una mayor actividad del capital alemán, pues desean según puedo juzgar, una participación más uniformemente repartida de las naciones extranjeras, ya que no es posible tener toda la industria en manos chilenas. Las empresas alemanas podrán contar pues, con muchas simpatías, un factor que no se debe menospreciar.

El primer paso para la iniciativa de un nuevo capital sería la indicación de uno, o mejor, varios proyectos a elección con lugares adecuados para los centros y con zonas mineras apropiadas. Para cada uno de los proyectos se deberá elaborar un plan de operaciones, a base de un estudio prolijo de las condiciones locales geológicas mineras y los medios de

---

(1) La firma Krupp ha celebrado con el Gobierno un contrato referente a la creación de la industria siderúrgica en el sur del país.

transporte para suministrar la base para una empresa exploradora. Después de los trabajos preparatorios y cuando se pueda determinar el capital necesario se llegará a formar recién la sociedad industrial propia. Tal empresa independiente sería, quizás la forma más conveniente para los fines antedichos.

Una segunda manera para la actividad del capital alemán sería un trabajo combinado con un grupo chileno al cual pertenezcan elementos competentes que puedan garantizar una colaboración fructuosa. El primer proyecto tendría la ventaja de independencia absoluta en el control de la empresa, pero exigirá naturalmente, mayor inversión del capital alemán. El segundo proyecto pone el capital alemán en cierta independencia del reunido en el país, pero las sumas necesarias serían en relación más pequeñas y se tendría la ventaja indiscutible de poder aprovechar la influencia de los interesados acreditados y sus relaciones con los propietarios de minas de ciertos distritos.

Los intereses del capital alemán se podrían defender fácil y eficazmente por una representación técnica y comercial adecuada. Otra garantía más sería si con esta representación se tuviera una influencia duradera y decisiva en la administración, tanto en el sentido técnico como financiero.

Como efecto de la guerra mundial, las empresas alemanas en los países enemigos estarán reprimidas por mayor tiempo. Tanto más se debería, pues, aprovechar la oportunidad de trabajar en un país que, como Chile, supo defender su independencia e imparcialidad.

La actual baja en el precio del cobre es pasajera; grandes minas de cobre, especialmente en Norte América, se acercan a su agotamiento y no se han hecho nuevos descubrimientos de consideración. Continuamente crece la importancia de transmisión de energía eléctrica, y con ella el consumo de cobre, porque los diversos metales que durante la escasez de cobre en la guerra se usaban como sustitutos, no han resultado equivalentes. Una vez que se hayan consumido los actuales stocks existentes en Estados Unidos e Inglaterra, la demanda volverá a ser mayor que la oferta y el precio subirá. Entonces las grandes riquezas cupríferas de Chile adquirirán mayor importancia.

J. KUNTZ.

---

---

# COTIZACIONES

## COTIZACION DE LAS ACCIONES MINERAS EN LAS BOLSAS DE SANTIAGO Y VALPARAISO

### PRECIOS DE COMPRADORES

COMPAÑIAS	Valor de la acción		DÍAS							
			1		8		15		22	
	Pagado	Nominal	Santiago	Valparaíso	Santiago	Valparaíso	Santiago	Valparaíso	Santiago	Valparaíso
ORO										
Espino de Petorca....	..	..	..	..	..	..	..	..	4½	..
Vacas.....	\$ 5	\$ 5	13¾	..	13½	13¼	..	..	..	..
PLATA										
Condoriaco.....	..	..	..	..	..	..	27	..	24	..
Chañarcillo.....	..	..	3	..	..	..	..	5¼	5¼	5¼
Caylloma.....	s h. 5	..	..	..	2½	..	..	..	2½	..
Huanuni.....	£ 1	..	..	68½	..	66	72½	73	..	..
María Fca. Huanuni	..	..	..	..	6¾	..	5¾	..	..	..
Nueva Elqui.....	\$ 10	..	..	..	13	..	14½	14½	14	..
Santa Rita.....	..	..	..	..	..	..	14½	14½	13¾	14½
Tres Puntas.....	..	..	..	..	4	..	5	..	..	..
COBRE										
Disputada.....	\$ 25	..	63	..	64	..	66½	67	..	..
Domeyko.....	..	..	2½	..	2½	..	..	..	2½	..
Gatico.....	£ 1	..	9	8¾	..	..	..	..	..	..
San Bartolo.....	..	..	6¼	6¼	4½	..	5¾	..	..	..
Tocopilla.....	£ 1	..	..	..	..	..	102	..	104½	104½
ESTAÑO										
Araca.....	£ 1	..	127	123	..	125	..	136	130	..
Chacaltaya.....	..	..	..	13	13½	13½	..	..	..	12
Llallagua.....	£ 1	..	404	404	386	398	399½	399	..	..
Oruro.....	\$ 20	..	..	..	18	..	..	..	..	..

COMPAÑÍAS	Valor de la acción		DÍAS							
			1		8		15		22	
	Pagado	Nominal	Santiago	Valparaíso	Santiago	Valparaíso	Santiago	Valparaíso	Santiago	Valparaíso
Oploca .....	..	..	..	..	..	..	116 $\frac{1}{2}$	..	..	..
San José Oruro .....	£ 1	..	..	..	..	..	12 $\frac{3}{4}$	..	..	..
Totoral .....	£ 1	..	..	..	..	..	..	..	2 $\frac{1}{4}$	..
CARBÓN										
Minera e Industrial..	\$ 50	\$ 50	25 $\frac{1}{4}$	25 $\frac{3}{4}$	24 $\frac{1}{2}$	..	24 $\frac{3}{4}$	..	..	..
Máfil .....	..	..	73	..	..	..	..	..	..	..
Schwager .....	..	..	..	31 $\frac{1}{2}$	..	..	..	..	..	..
PETROLÍFERAS										
Nacional de Petróleos	..	..	..	..	0.30	..	..	..	..	..
Rafaelitas .....	..	..	..	..	..	..	5 $\frac{7}{8}$	..	..	..
SALITRERAS										
Antofagasta .....	\$ 50	\$ 50	58	58 $\frac{1}{4}$	..	57 $\frac{1}{2}$	57 $\frac{3}{4}$	57 $\frac{3}{4}$	58	..
Chilena de Salitres ..	£ 1	..	..	..	18	17	..	..	..	..
Galicia .....	£ 1	..	..	41	..	39 $\frac{3}{4}$	..	..	..	..
Lastenia .....	£ 1	..	46 $\frac{1}{2}$	..	45	44	44	44 $\frac{3}{4}$	47	47 $\frac{1}{4}$
Nueva Castilla .....	..	..	15	..	..	..	14	..	..	..
Peñón .....	£ 1	..	..	..	..	..	..	19	..	..
Perfetti .....	..	..	..	..	..	11 $\frac{1}{8}$	..	13 $\frac{3}{4}$	..	15 $\frac{3}{4}$

## CAMBIO Y RECARGO DEL ORO

días	\$ m/c por £	£ por oro 18d	Recargo oro %	días	\$ m/c por £	£ por oro 18d	Recargo oro %
1	34.70	12.50	177.50	15	34.00	12.50	172.20
2	34.60	12.50	176.00	16	33.80	12.50	170.70
4	34.20	12.50	175.00	18	..	12.50	169.00
5	33.80	12.40	174.20	19	33.60	12.50	166.60
6	33.40	12.40	170.50	20	33.40	12.60	165.00
7	33.40	12.40	171.00	21	33.60	12.60	166.20
8	33.00	12.40	167.50	22	34.00	12.60	169.00
9	33.20	12.40	168.20	23	34.20	12.60	168.00
11	33.40	12.40	169.80	25	34.80	12.70	173.50
12	33.20	12.40	167.50	26	34.20	12.70	169.20
13	33.60	12.40	170.00	27	34.50	12.70	171.00
14	33.90	12.40	171.50	28	34.40	12.70	170.50

## COTIZACIONES DEL COBRE

## QUINCENAL EN CHILE

DÍAS	A bordo qq. m. \$ m/c		
	Barra	Ejes 50%	Minerales 10%
1.....	208.61	92.11 escala 208 cents.	10.96 escala 119½ cents.
14.....	207.49	91.83 escala 207 cent.	10.90¼ escala 119 cents.
27.....	200.33	88.04 escala 200 cent.	10.52¼ escala 115¼ cents.

## DIARIA EN LONDRES

DÍAS	£ por tonelada		DÍAS	£ por tonelada	
	Contado	3 meses		Contado	3 meses
1.....	66.17.6	67.10.0	18.....	67. 5.0	67.12.6
4.....	67. 7.6	68. 0.0	19.....	66.12.6	67. 0.0
5.....	66.15.0	67. 7.6	20.....	66. 7.6	66.15.0
6.....	66.12.6	67. 5.0	21.....	66. 0.0	66.10.0
7.....	66.17.6	67. 7.6	22.....	66. 0.0	66. 7.6
8.....	67. 2.6	67.12.6	25.....	65.15.0	66. 5.0
11.....	67. 5.0	67.12.6	26.....	65. 5.0	65.15.0
12.....	67.17.6	68. 7.6	27.....	64.17.6	65. 7.6
13.....	68. 7.6	68.15.0	28.....	64. 7.6	64.17.6
14.....	68. 5.0	68.12.6	29.....	64.17.6	65. 7.6
15.....	65. 0.0	68. 7.6			

## SALITRE

1.º de Junio.

Las ventas de salitre han continuado con mucho vigor y se han vendido el máximo de las cantidades que se habían fijado para entregas desde Julio a Septiembre. Las ventas hechas han sido las siguientes:

Entregas Mayo /Junio. . . . .	14,500 toneladas
» Agosto . . . . .	18,340 »
» Septiembre. . . . .	166,540 »
» Octubre . . . . .	1,000 »
» Noviembre. . . . .	1,000 »
<hr/>	
TOTAL. . . . .	201,380 toneladas

o sean más o menos 121,635 toneladas menos que la quincena anterior.

La segunda reunión general extraordinaria de los Asociados de la Asociación, con el objeto de prolongarla hasta el 30 de Junio de 1924, tuvo lugar el 24 de Mayo donde se decidió de postergar nuevamente la reunión hasta hoy día, debido a que el Presidente declaró que la votación debía ser por unanimidad y la comisión encargada en la reunión anterior no había cumplido con estos requisitos, es decir, que algunos de los productores aún no aceptaban la prolongación. En la reunión de hoy día se acordó finalmente que la Asociación sea prolongada hasta el 30 de Junio de 1924, quedando el Directorio autorizado para arreglarse con el único productor que no ha aceptado.

Se ha hecho muy poco flete por salitre durante la pasada quincena y el mercado está flojo. La cotización nominal para Junio/Julio es 25/ para el Reino Unido o Cont. El precio de 32/6 para espacio por vapores de la carrera ha sido rechazado por los exportadores quienes talvez entrarían a negociar a más o menos 30/-.

Para puertos Escandinavos Julio/Agosto el tipo es alrededor de 32/6 y para el Mediterráneo Málaga-Génova e intermedios 30/- para Junio/Julio y 32/6 para embarques más tarde.

Para Estados Unidos, Costa Oriental, para la segunda quincena de Junio se podría hacer negocio a 5.25 dollars y a 5.50 para Julio hasta fin del año. Este mismo precio se puede cotizar para la costa occidental para cualquier punto.

14 de Junio.

Como se esperaba, el hecho de haber la Asociación fijado precios de venta bajos, provocó un gran movimiento en el mercado salitrero y los exportadores han estado comprando grandes partidas a tal extremo que todos los lotes hasta la primera quincena de Noviembre han sido tomados, quedando muy poco para la segunda quincena de este último mes.

Las ventas durante la quincena que termina el 13 de Junio fueron como sigue:

Para entrega	Octubre...	190,150 toneladas
»	»	Noviembre. 116,375 »
»	»	Diciembre.. 32,000 »
TOTAL. ...		338,525 toneladas

Esto demuestra un aumento en las ventas, comparado con la quincena anterior, de 137,145 toneladas.

La producción durante Mayo fué de 1.509,600 qtls. met. habiendo 65 oficinas trabajando, mientras que durante Mayo de 1922, 32 oficinas produjeron 749,155 qtls. met., demostrando un aumento este año de 760,445 qtls. met. durante el mismo período.

El total de lo exportado el último mes fué de 322,931 qtls. met. comparado con 207,472 qtls. met. que fué lo exportado durante el mismo mes el año pasado, o sea, un aumento de 115,459 qtls met. a favor de Mayo de este año.

La producción y exportación durante los primeros cinco meses en los últimos cuatro años se compara como sigue:

1920	Producción	9.981,900 qtls. met.	Exportación	14.183,300 qtls. m
1921	»	7.554,800 »	»	6.881,800 »
1922	»	3.537,000 »	»	2.509,300 »
1923	»	7.000,400 »	»	7.924,600 »

El mercado de flete no ha demostrado mejora alguna, sin embargo se ha notado una mejor demanda para obtener espacio. Para el Reino Unido o Continente Junio/Julio se cotiza siempre a 25/- nominal. Para Agosto/Septiembre se podría hacer negocio a 30/- y sabemos de haberse contratado espacio por vapores de la carrera a 31/6 para Havre. También se ha tomado espacio hasta 31/- para Noviembre/Diciembre Havre-Hamburgo e intermedios. Para Enero a Marzo el tipo de 32/6 queda sin cambio. Para Norte de España Agosto a Octubre cotizamos 35/-; y 33/6 para Burdeos. Para Málaga-Génova e intermedios hasta Agosto todavía puede conseguirse al precio de 32/- y para Septiembre adelante a 35/-.

Para Estados Unidos tanto para la costa oriental como occidental no ha habido cambio.

27 de Junio.

El mercado salitrero ha estado tranquilo durante la pasada quincena y las ventas de la Asociación han sido muy limitadas como puede verse por el siguiente resumen:

Entrega Noviembre.....	36,785 toneladas
» Diciembre.....	2,400 »
» Febrero.....	2,900 »
» Marzo.....	500 »
TOTAL.....	42,585 toneladas

o sea, una baja de 295,940 toneladas comparado con las ventas de la quincena anterior.

Lo exportado durante la primera quincena de Junio fué de 438,925 qtls. mét. contra 209,259 qtls. mét. que fué lo exportado durante el mismo período el año pasado.

El mercado de flete no ha demostrado ningún mejoramiento. Para Reino Unido o Continente espacio para Julio se cotiza a 25/-, sin embargo, se han cerrado 2,000 toneladas prontas para un puerto Antwerp-Rotterdam-Amsterdam-Hamburgo a 21/-. Para Havre-Hamburgo e intermedios Agosto /Septiembre el precio es 28/- y para Octubre 1923 a Marzo 1924 30/-. Entendemos que los exportadores han ofrecido este último precio para Noviembre /Diciembre y Enero para cuya posición los vapores de la carrera se están afirmando a 31/-. Para Burdeos embarque Agosto, entendemos que hay interés a 31/6 pero no hemos oído decir que haya resultado negocio.

Para el Mediterráneo Málaga-Génova e intermedios espacio pronto se ofrece a 30/-, pero para embarque más adelante queda sin variación a 32/6.

Para Estados Unidos Costa Oriental espacio Julio /Septiembre por vapores de la carrera se podría obtener a \$ 5 moneda americana y a 5.50 dollars para Octubre adelante. Para la costa occidental se han hecho fletamentos para Junio-Julio a \$ 5 dollars, sin embargo vapores de la carrera piden 6 dollars pero es muy probable que aceptarían una rebaja sobre este precio.

## CARBON

### 1.º de junio.

El mercado de carbón ha continuado tranquilo con pequeñas alteraciones y las transacciones pocas.

La huelga en Australia en la región del carbón para gas aún continúa.

Cardiff Admiralty se cotiza alrededor de 50/- a 55/-.

Americano Pocahontas o New River se puede obtener a 47/6 para salida Junio/Agosto.

Australiano buenas marcas de carbón para vapor se cotiza a 42/6.

Nacional las mejores marcas, se cotizan de \$ 72 a \$ 75 moneda corriente.

*14 de junio.*

El mercado de carbón ha estado paralizado y las ventas han sido de muy poca importancia.

La huelga en Australia continúa y promete seguir por algún tiempo, habiéndose importado carbón del sur de Africa a esa parte.

Carbón Americano se cotiza de 47/- a 47/6.

Australiano buenas marcas de carbón para vapor se cotizan nominalmente a 42/6.

Nacional, las mejores clases quedan de \$ 72 a \$ 75 moneda corriente.

*27 de junio.*

El mercado de carbón continúa paralizado y solamente se han hecho pequeñas transacciones de poca importancia durante la pasada quincena.

Las huelgas en las regiones de carbón para gas en Australia aún continúan y según noticias recientes no parece que se acerca un arreglo final.

Australiano marcas de primera clase, debido a los fletes baratos se pueden cotizar ahora de 45/6 a 46/6 según puerto de descarga.

Carbón australiano para vapor las mejores clases se pueden obtener a 42/6 para casi cualquier posición.

Nacional Schwager y Lota quedan sin variación de \$ 72 a \$ 75 moneda corriente para puertos salitreros.

---

---