

BOLETIN

DE LA

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

REVISTA MINERA

PUBLICACION MENSUAL

AÑO XXVI. — VOL. XXI. — SERIE III

23255

SANTIAGO DE CHILE
Imprenta, Litografía i Encuadernacion Barcelona
Calle Moneda y San Antonio

1909



BOLETIN
DE LA
Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente
Cárls Besa

Vice-Presidente
Cesáreo Aguirre

Director Honorario
ALBERTO HERRMANN

Amenábar Daniel
Andrada, Telésforo
Avalos, Cárlos G.
Chiapponi, Márcs
Elguin, Lorenzo

Gallardo González, Manuel
Gandarillas, Javier
González, José Bruno
Lecaros, José Luis
Lira, Alejandro

Pinto, Joaquin N.
Santa Cruz, Joaquin
Sundt, Lorenzo
Tirapegui, Maulen
Vattier Carlos

Secretario
ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

**Visita á la Sociedad Nacional de Minería
de los Delegados al Congreso Científico**

Como estaba anunciado, el 31 de diciembre a las 9 A. M., tuvo lugar la visita a la Sociedad Nacional de Minería de los Delegados al Congreso Científico, pertenecientes a las secciones de ingeniería, ciencias físicas i ciencias naturales, que fueron atendidos por el Directorio de la sociedad i numerosos socios.

Se abrió la sesion presidida por los señores Cárlos Besa i Cesáreo Aguirre, presidente i vice-presidente de la sociedad, quienes invitaron a tomar asiento entre la mesa directiva a los señores Luis A. Huergo, delegado arjentino; Joaquin C. de Costa Senna, delegado del Brasil; J. Monteverde, delegado del Uruguay, i J. Lison, delegado del Perú.

El señor Besa, despues de saludar a los señores delegados, a nombre del Directorio, puso a su disposicion los salones de la Sociedad, la Biblioteca i los elementos de estudio del Museo Mineralójico; les dió a conocer las distintas secciones de la institucion, i en breves frases nutridas de informaciones, les trazó un cuadro de la industria minera.

Acto contínuo hizo uso de la palabra el ingeniero de minas señor Cárlos Vattier, miembro del directorio, cuya conferencia sobre la industria del fierro en Chile era el objeto principal de la invitacion.

El señor Vattier, que es uno de los promotores de la idea de implantar en Chile la siderurjía, dió los datos mas interesantes sobre esta industria.

Discurso del señor Cárlos Besa

Presidente de la Sociedad Nacional de Minería

«Señores: En Chile puede decirse que la industria del *salitre*, es hoy día la que se encuentra en estado más floreciente: su producción es alrededor de 1.700.000 toneladas, con un valor superior a 223 millones de pesos de 18 d., que sirven a la agricultura e industrias de los diversos países del globo. Su porvenir se presenta en brillantes condiciones i la duración de los depósitos, aun suponiendo un aumento muy grande en la producción, se puede afirmar, quedando en límites muy prudentes, que será *de cien años a lo menos*.

La explotación del *yodo*, ramo anexo a esta industria, llega anualmente 300.000 kilogramos, con un valor de 4 millones de pesos de 18 d., pudiendo ser la producción mucho mayor; pero como falta mercado para este artículo, está aun por resolverse el problema de ensanchar su consumo.

Los *boratos* naturales de alta ley en bórax, se producen en cantidad de 28.000 toneladas anuales, con un valor de cerca de 4 millones de pesos de 18 d. De Chile se surte la mayor parte del mercado del mundo i los yacimientos son de tal importancia que podrían superar a las exigencias del consumo universal. Solamente una faena trabaja con empeño: la Borax Consolidated Ltd. En Surire, depósito tan importante como el anterior, solo hai trabajos preliminares llamados a tener un gran desarrollo.

En *azufre* la producción no alcanza a abastecer el consumo del país, a pesar de existir depósitos abundantísimos de subida ley, como son principalmente los de Casapalca i Tasna, en Tacna, que son los únicos en explotación, i los del Toro en Coquimbo. En todos estos depósitos se calcula azufre suficiente para proveer al mundo entero durante largos años.

En *sal* de minas o salares hai actualmente bastante actividad i los depósitos de Tarapacá quedan calificados con solo decir de ellos que su extensión es vastísima i que los espesores del manto con sal pura, pasan de 20 metros.

Los *guanos* se han reservado para el consumo nacional i se explotan a medida de las necesidades de la agricultura.

La fábrica de *ácido sulfúrico* de Guayacan, que emplea el sistema catalítico i funciona con los gases sulfurosos provenientes de la calcina de ejes de cobre, sigue su marcha normal, desde hace varios años, produciendo alrededor de 1.600 toneladas de ácido de 66° Beaumé, consumidos en gran parte por la industria metalúrgica.

La industria del *carbon de piedra* con sus 900.000 toneladas anuales de producción, queda aun muy distante de proveer al país del combustible necesario, teniéndose que importar de Inglaterra i Australia, principalmente, más de 1500.000 toneladas, que representan un valor de más de 30 millones de pesos oro, que va al extranjero. Esta sangría puede evitarse, ya que no es lógico que esto ocurra en un territorio que dispone de yacimientos abundantes de carbon i que cuenta, además, con caídas de agua, que al ser aprovechadas, permitirían disminuir enormemente el consumo de carbon. El desarrollo de la industria

carbonifera progresa actualmente, aunque sin guardar relacion con el aumento de consumo.

Las caidas de agua son poco aprovechadas, aun cuando dificilmente habrá un pais mas favorecido por la naturaleza en el sentido de poder jenerar fuerza hidráulica con poco gasto inicial i con un costo de mantenimiento anual que puede considerarse casi nominal.

Las demas sustancias minerales no metálicas, como las *cales, cementos, yesos, mármoles, arcillas, piedras de cantera* etc. se producen para satisfacer las necesidades nacionales, que no siendo aun mui intensas, no permiten desarrollo de gran consideracion en estos ramos, sino ocasionalmente. Como ejemplo puede citarse Lota, con su fábrica de artefactos de greda, i las Fábricas de Cemento de la Calera i Melon.

Pasando a las sustancias minerales metálicas, en la industria del metal noble—*el oro*—se nota marcada decadencia en los dos últimos años, especialmente en lo que proviene de las minas; i un aumento en lo que viene de lavaderos. Estos últimos están llamados a tener un espléndido futuro, especialmente en la rejion del sur: Cautin, Valdivia i Magallanes. En los últimos años se ha entrado a trabajar los lavaderos con pistones hidráulicos i especialmente con dragas, pero su resultado todavía no se hace sentir, porque están en estado de espermentacion la mayor parte de los trabajos i porque la crisis que sufrió el pais, tuvo sobre estas faenas, como sobre la mayoría de otros negocios, una perniciosísima influencia. En 1907 la produccion total de oro se computa en 1.500.000 gramos con un valor de dos i medio millones de pesos de 18 peniques, en números redondos.

No se han formado grandes empresas, tomando como base este metal, que existe en cierta abundancia, porque hai tendencias a concretarse mas al cobre, especialmente por el alto precio a que habia llegado el metal rojo.

En el terreno de la *plata* el pasado muestra los abundantes i ricos minerales de Huantajaya, Chañarcillo, Caracoles, Tres Puntas, Esmeralda, Cabeza de Vaca, Arqueros, Marquesa, etc., etc., que con sus grandes bonanzas de leyes extraordinarias i aun de plata semi-barra, han dejado, al parecer, como lesionado o enfermo el espíritu emprendedor de nuestros mineros, que aun no se sienten con fe i decision para trabajar en yacimientos de leyes pobres, bajo condiciones industriales. Son bien pocos los planteles de amalgamacion hoi en marcha, i de lejivacion no hai ninguno que merezca mencionarse. En minerales complejos de plomo platoso, etc., no hai actividad, aun cuando existen centros que ofrecen base segura para esta clase de instalaciones. La produccion de plata en 1907 fué de 10.433 kilogramos, notándose una pequeña reaccion sobre los años anteriores.

Al *cobre* principalmente se ha dedicado en los últimos años la actividad minera del pais, con lo cual, aunque mas lentamente de lo que era de esperar, se repone la produccion del gran descenso que habia tenido en los últimos años.

Hubo tiempos allá por los años de 1879, en que Chile producía mas de 30% del cobre del mundo entero; hoi dia alcanza solamente a 4% con las 28.863 toneladas que ha producido en 1907.

Sin embargo, es satisfactorio poder anunciar para el año que hoi espira

una producción mínima de 35.000 toneladas de cobre fino, producción que seguirá en creciente aumento, ayudada por los ricos yacimientos de Collahuasi, Calama, Chuquicamata i varios otros, i por los establecimientos de mayor capacidad que se han instalado i seguirán instalándose para beneficiar los yacimientos de minerales de leyes inferiores.

La lei media de los minerales explotados en Chile durante 1907 ha sido mas o menos de 9% de cobre. Una porcion no despreciable de ellos sale al estado de mineral, al extranjero, con una lei media de 20%.

Los sistemas de beneficio en el pais están bastante bien representados por una metalurgia práctica i sencilla, en que están consultados los adelantos modernos.

Solo falta el desarrollo conveniente de las minas, que, en términos jenerales, no son explotadas con el método intensivo que se necesita para las grandes producciones. De ahí que minas o minerales que se han trabajado de una manera mas o menos constante, desde hace largos años, no muestran sino pequeñas honduras.

La mayor hondura alcanzada en Chile es de mas o ménos 1.000 metros, como en la mina Dulcinea de Púquios, Copiapó; pero esto es una escepcion. Las minas que pasan de 500 metros no serán mas de ocho en todo el pais; mientras que honduras de 150 a 200 metros, se computan ya como mui apreciadas. Estos números dan idea de la poca actividad de los trabajos, influenciados todavía por esas riquezas fáciles de extraer que en todo tiempo ha ofrecido el subsuelo privilegiado de Chile.

La inversion de capitales en la minería, aun en la de cobre, es bien pequeña en comparacion a lo que merece y puede retribuir.

Por mucho tiempo ha dominado la idea, errónea por demas, aun en personas dirigentes de la opinion, de que los yacimientos nacionales son mui numerosos, pero pequeños en magnitud, es decir, incapaces de sostener una gran producción. Indudablemente que todavía no conocemos en nuestro pais un Rio Tinto, un Lago Superior, un Montana, etc., pero tampoco lo tienen muchos otros paises. En cambio, podemos citar, para demostrar que todo eso proviene de falta de reconocimiento de nuestros yacimientos, el caso reciente de la Braden Copper C. en Rancagua.

Esta Compañía se hizo cargo con suficiente capital de las antiguas minas del Teniente, trabajadas durante 50 años, con el propósito de formar mina, pero sin disponer de los recursos necesarios, i ahora, en dos i medio años de trabajo, ese negocio tiene garantida la existencia de minerales para proyectar un plantel de beneficio con capacidad para 2.500 toneladas de minerales al dia. Lo que quiere decir que ese solo yacimiento producirá un tonelaje mayor en $2\frac{1}{2}$ veces al tonelaje total producido hasta ahora en el pais. I otro tanto podrá, quizás, decirse, dentro de poco, del establecimiento de beneficio que bajo la direccion del conde Bernardo de Saint Seine, se levanta en la zona de Naltagua, del departamento de Melipilla.

Incuestionablemente esos depósitos son capaces de denominarse abundantes, base de grandes producciones. Y con caracteres parecidos, algunos con mas

o ménos reconocimientos—pere la jeneralidad sin ninguno—hai no ménos de ciento de estos depósitos que esperan trabajo de investigacion para devolver seguramente con largueza el dinero i los esfuerzos que en ellos se gaste. Desde el norte al límite sur de la República, existen depósitos de esa naturaleza i son tan poco estimados i tan poco conocidos, que aun no consiguen llamar la atencion de los capitalistas.

En cuanto a otros minerales metálicos, como los de *manganeso i fierro*, los hai abundantísimos i de cualidades escepcionalmente favorables.

En estos momentos se levanta en Corral un establecimiento para la im-plantacion de la siderurjia, de cuya importancia i magnitud os hará una corta relacion el ingeniero señor Carlos Vattier, miembro de este directorio.

Entre otros minerales existe alguna produccion, como ser *cobalto i zinc*, que se esportan como tales; i últimamente se ha empezado a esportar con buenos resultados algo de *molibdeno*. La importancia de estas producciones, es, sin embargo, de carácter mui secundario.

En términos jenerales, puede decirse, sin incurrir en exajeracion, que el suelo de Chile, en lo que respecta a su minería, está casi virjen, porque esceptuando los antiguos minerales de escepcional riqueza, que constituyen el pasado de gloria de nuestra minería—hoi abandonados en su mayor parte, pero no agotados—los demas yacimientos tienen, por lo general, trabajos superficiales. Esto lo indica claramente, sobre todo en lo que respecta al cobre, el hecho de existir en el país una verdadera hambruna de bronces, siendo excesiva la produccion de minerales oxidados o de color que corresponden precisamente a los terrenos o zonas de la superficie.

La industria minera ha sido en Chile el primer factor de la riqueza pública. Ella desarrolló el comercio, fundó el crédito, impulsó la agricultura, organizó las primeras líneas de vapores, tendió las primeras líneas férreas i trasformó las ciudades.

Hoi atraviesa por un período de evolucion, o mas propiamente de transicion; talvez mañana habrá alcanzado su objetivo, entrando de lleno al período industrial que le señalan sus necesidades i los adelantos de la ciencia.

He dicho. »

Conferencia del Sr. Cárlos Vattier

Miembro del Directorio de la Sociedad Nacional de Minería

EL FIERRO EN CHILE

El fierro i el cobre se encuentran mui unidos en los yacimientos minerales de Chile i esta union es la que ha hecho decir al ilustre sabio polaco, antiguo profesional en Chile, don Ignacio Domeyko: «Muchos cerros tienen sombrero de fierro i corazón de cobre».

Diremos unas palabras respecto de los yacimientos i aprovechamiento actuales, solamente de los minerales de fierro en Chile.

Principales minerales de fierro

Este metal se encuentra jeneralmente al estado de óxido, con las variedades siguientes:

Magnetita o peróxido anhidro de lei jeneralmente mui subida i variable, entre 63 i 68% de fierro metálico, conteniendo 2 a 5% de silicio i proporciona-les variables de azufre i fósforo.

Fierro Olijisto i Hematitas, de lei igualmente subida en fierro.

Fierro micáceo o arenilla acompañando jeneralmente los minerales de cobre.

Limonitas.—De lei en fierro, variable entre 28 i 35%, conteniendo fuertes proporciones de silicio, silicato de aluminio i de azufre i fósforo.

Siderita o carbonato de fierro.—Mineral de lei en fierro, variable entre 35 i 40%, i que no se encuentra sino accidentalmente en las rejiones del norte i como criaderos de minerales de plata.

Piritas de fierro.—Hai minerales de piritas o sulfuro de fierro, otros de sulfuros de fierro i arsénico (mispickel) i jeneralmente estas piritas acompañan i forman el criadero de minerales de cobre i de minerales de oro.

En fin, en todos los minerales de manganeso, tan abundantes en Chile, aparecen óxidos hidratados, jeneralmente colorados, de fierro.

Notaremos tambien los depósitos de sulfato de fierro (copiapita) de la provincia de Atacama.

Yacimientos de los minerales de fierro

Los depósitos de óxido de fierro aparecen en todas las formaciones jeológicas de Chile.

Algunas veces estos minerales, a la superficie, se manifiestan en filones mas o ménos poderosos o en mantos jeneralmente de gran potencia i estension. En este caso, jeneralmente, a poca hondura, aparecen las señales de minerales de cobre, i este criadero, proviniendo probablemente de la oxidacion de las piritas, indica la presencia en hondura de piritas de fierro cobrizo. Eso es lo que se observa en muchas minas del norte, como las de Chañarcillito (departamento de Copiapó), las de Pueblo Hundido i del Cármen, del departamento de Chañaral, etc., etc.

Otras veces estos óxidos de fierro, bastantes puros i de lei en fierro mui subida, aparecen en enormes depósitos, especies de Stockwerks, constituyendo verdaderos cerros de óxido de fierro, recordando los de «iron mountain» de Estados Unidos.

Citaremos como ejemplos de estos grandes depósitos de norte a sur:

Los yacimientos vecinos de Mejillones, Antofagasta (cerca de Taltal). Los de Tierra Amarilla, cerca de Copiapó.

Los mantos i vetas enormes de óxido de fierro, dominando la «Caleta Hueso» en el mismo puerto de Taltal.

Los inagotables depósitos de los departamentos de Vallenar i Freirina, como «Ojos de Agua», «Romerito», «Algarrobo».

En la provincia de Coquimbo son mui numerosos estos grandes depósitos Citaremos los siguientes:

Huachalalume, cerca del puerto de Coquimbo.

«Aguas Buenas», a la orilla del ferrocarril de Coquimbo a Ovalle.

«El Dorado», a poca distancia de la ciudad de Ovalle.

En fin, los poderosos yacimientos del «Tofo», a pocos kilómetros del centro Minero de la Higuera i en línea recta como a $8\frac{1}{2}$ kilómetros de la costa (Bahía la Cruz Grande).

Tambien se pueden mencionar los depósitos de minerales de «Curicó», cerca de Illapel, los de Pelhuin (provincia de Santiago), los de Domuño, cerca de Concon, etc., etc.

Más al sur, he encontrado tambien algunos afloramientos de óxidos de fierro bastante puros, pero nunca en abundancia como en el norte.

Las limonitas se encuentran principalmente en los terrenos pantanosos de la rejion del sur, como cerca de La Union i de Valdivia i en las islas de Chiloé.

USOS I CLASIFICACIONES DE LOS MINERALES DE FIERRO DE CHILE

Hasta ahora, los minerales de fierro en Chile no han sido aprovechados sino como fundentes de los minerales de plata i de cobre de criadero cuarzoso i sometidos a la fundicion. Se han explotado muchos minerales de fierro sea puros, sea con pequeña lei de cobre, en Antofagasta, Chañaral, Huasco i provincia de Coquimbo (Aguas Buenas i San Cristóbal) para las fundiciones de «Bella-Vista», «Playa Blanca», etc., de la provincia de Antofagasta i otras fundiciones mas al sur.

Para este caso no importa que el mineral contenga alguna cantidad de cobre (lo que es ventaja) o proporciones elevadas de fósforo i azufre, i todo lo que se busca es que el mineral contenga una lei mui subida en fierro metálico con lo ménos posible de silicio o silicato de aluminio como criadero.

Pero, bajo el punto de vista del empleo de estos minerales de fierro en la siderurjia o metalurjia del fierro, es mui importante que estos minerales, no solamente no contengan demasiado silicio, como criadero, lo que motivaria un empleo fuerte de fundente calcáreo (castina), pero que tambien tengan cantidad mui pequeñas de azufre i de fósforo metaloides, que tendrian funesta influencia sobre los fierros i acepros producidos en los hornos, o que necesitarian despues un tratamiento básico especial, sea en los Bessemer o en los hornos Martin Siemens, aumentando el costo de produccion.

Tambien la presencia del cobre para fierros i aceros (salvo para el caso

especial de lingotes cobrizos para precipitacion del cobre por vía húmeda es muy nociva.

Por desgracia, muchos de los minerales de hierro, de los cuales he hecho mención arriba, contienen demasiado fósforo i azufre para poder emplearlos por una fundición directa; la cantidad de fósforo alcanzando hasta 0,6 i aun hasta casi 1% de fósforo, i para estos minerales habría que recurrir a las calzas básicas de los hornos, pudiendo, es verdad, aprovechar las escorias de lei elevado en fósforo como abonos para la agricultura. Por suerte, algunos de estos grandes yacimientos, como los del «Tofo», pueden proporcionar, en buenas condiciones económicas de explotación, minerales que no contengan sino proporciones insignificantes de azufre i fósforo.

Para todos los detalles relativos a los yacimientos de hierro, como a los de manganeso i a los otros elementos de interés para la siderurgia, se puede consultar la obra especial «L'avenir de la Metallurgie au Chili» que hice publicar en 1890.

LA SIDERURJÍA EN CHILE

La primera tentativa de la implantación de la siderurgia en la América del Sur ha sido hecha en el Brasil, hace años, en el establecimiento de Buena Esperanza (provincia de Minas Geraes) aprovechando los ricos yacimientos de minerales de hierro i de los combustibles vegetales de la región.

Hasta ahora, por varios motivos, esta Empresa ha tomado poco desarrollo i parece que se trata, en esta rica República de tantos recursos, de dar impulso a la siderurgia mediante una lei de concesiones parecida a la dictada en Chile en favor de la metalurgia del hierro.

Los primeros estudios en Chile relativamente al proyecto de instalaciones siderúrgicas principiaron en 1883 bajo la decidida protección de la Sociedad de Fomento Fabril i también después de la Sociedad Nacional de Minería i de todos los hombres eminentes de los Gobiernos hasta la presente fecha.

El verdadero iniciador de la idea siderúrgica fué el Excmo. Presidente, señor don José Manuel Balmaceda i su noble i entusiasta ejemplo fué seguido después por los otros Presidentes que le han sucedido.

Después de largos estudios, comisiones al extranjero, publicaciones, etc., i después de varios fracasos para la realización de esa idea, fracasos sufridos en Europa i Estados Unidos, se pudo conseguir de un Sindicato Francés, del cual hacía parte el Creusot, se interesase en esta empresa industrial.

Este sindicato, de acuerdo con el Gobierno, hizo comprobar por ingenieros especialistas, todos los datos que había recojido en mis inspecciones de las regiones del sur i del norte de Chile, i después de los informes más satisfactorios sobre este asunto, se firmó un contrato ad referendum entre el Gobierno de

Chile i la Compañía Siderúrgica Francesa, contrato que despues fué aprobado por el Congreso.

La base de este contrato fué, en cambio de la obligacion de una produccion determinada, la concesion hasta ciertos límites de garantía de interes del capital invertido, primas de produccion i concesion de bosques, por un tiempo determinado, para el corte de las leñas destinadas a proveer de carbon de leña los altos hornos del futuro establecimiento siderúrgico. En resúmen, despues de veinte años de estudios, de luchas i de contra-tiempos, ya la implantacion de la industria de la metalurgia del fierro es un hecho i actualmente se construye en el mismo puerto de Corral, el establecimiento, en el cual se debe producir los lingotes i elaborar los fierros, aceros i productos accesorios de la siderurgia.

La fórmula de la marcha del negocio es la siguiente:

1.º Esplotar en grande escala i del modo mas económico i mas moderno, los minerales de fierro i minerales accesorios i fundentes (óxidos de manganeso, carbonato de cal) en rejiones del norte, empleando tambien para los trasportes i embarques de estos minerales los medios mas perfeccionados.

2.º Trasportar hasta Corral estos minerales en vapores especiales de 3.000 a 4.000 toneladas i aprovechar los fletes de vuelta (maderas, productos industriales del sur, etc.) para hacer estos trasportes en condiciones económicas.

3.º Aprovechar los bosques, de un modo racional i duradero, de las rejiones vecinas a Corral para proporcionar los elementos de combustibles necesarios.

4.º Fundir los minerales de fierro, en Altos Hornos, especiales de nueva invencion, directamente con las leñas, aprovechando todos los productos, resultando de la combustion i destilacion de estas leñas (ácido acético, alcohol metílico, alquitran, calorías, etc.)

5.º Fuera de la produccion de los lingotes (de fierro) de calidad escepcionalmente superior, que permitirá su esportacion i los hará preferir a los lingotes o fierros provinientes de Altos Hornos alimentados por carbon mineral, se producirá en hornos Martin los fierros dulces i aceros, como tambien mas tarde los rieles i otros productos siderúrgicos, a medida que aumente su consumo en el pais o su esportacion en las otras Repúblicas de la América del Sur.

Los lingotes producidos con estos minerales de fierro de gran pureza i con carbon vegetal, serán iguales a los producidos en Radnord (Canadá) i en varios establecimientos siderúrgicos del Lago Superior de Estados Unidos, como los establecimientos de Manistique, Gladstone, Negaunea, Marquette, etc., etc. Citaré tambien un alto horno con carbon de leña de Búffalo. Conviene recordar que los fierros producidos con este combustible vegetal, tienen precios escepcionalmente subidos, i que, por ejemplo, los lingotes de Radnor son buscados sobre los mercados europeos, como en Austria i los he visto emplear en Saint Etienne (Francia) para las ruedas de locomotoras i otros usos especiales.

Actualmente el consumo del fierro i acero en Chile se puede avaluar en mas o ménos 100.000 toneladas al año, cantidad que cada año va aumentando i el consumo de los rieles, principalmente con el proyecto del ferrocarril lonjitudinal, tiene que tomar grandes proporciones.

Esta Fábrica de Corral no solamente abastecerá la producción nacional, pero en parte la de las Repúblicas vecinas i principalmente la de la República Argentina, con la cual, principalmente en el sur, va a ser unida luego por varios ferrocarriles i conviene tener presente que el consumo anual de fierro i acero de la República Argentina, pasa, segun las últimas estadísticas, de 700.000 toneladas. No solamente esta empresa siderúrgica mandará a varias Repúblicas sus productos, pero buscará en algunas de ellas productos de sus suelos para la fabricación de fierros i aceros especiales.

Así podia importar de Bolivia los minerales de Wolfram, abundantes i de buena lei en esta República, como los minerales de Uranio del Perú, etc. En una palabra, esta siderurgia chilena establecerá nuevos lazos industriales entre los varios países de la América del Sur.

ESTABLECIMIENTO SIDERÚRGICO DE CORRAL

Los trabajos principados desde cerca de un año, marchan con gran actividad i antes de diez meses podrá ya producir sus primeros lingotes.

Ya están instalados los medios de embarque i desembarque en el rio de Valdivia, como los medios de trasporte por ferrocarril entre las varias secciones.

Tambien están construidas las casas de habitacion, para administracion, artesanos i obreros, los cuales alcanzan al número de 600 hombres.

Fuera de las instalaciones ya concluidas, de poderosas máquinas de vapor, edificios, maquinarias etc. ya están armados, 6 grandes recuperadores Koppers, cada uno de 25 metros de alto, cada bateria, debiendo servir para un alto horno. Están concluidos los cimientos para cuatro altos hornos, cada uno de una altura como de 30 metros i pudiendo cada uno producir 50 toneladas de lingotes en 24 horas; ya se levantan estos altos hornos i luego se construirán 6 otros recuperadores Koppers, hornos Martin, en fin, todo el material mas completo para la fabricación de los principales artículos siderúrgicos. Tambien se hará una instalacion modelo para los sub-productos.

Se calcula que el costo solo de este establecimiento pasará de 10.000,000 de francos.

Tambien ya se ha dado principio el corte de leñas en los bosques vecinos i se va a instalar cables aéreos, para el trasporte de estas leñas hasta los Altos Hornos. Al mismo tiempo que se instalan estos trabajos en Corral se van a instalar los cables aéreos (andariveles) de 8 kilómetros de largo en las minas de fierro del norte, como tambien los medios de embarque i desembarque en una caleta de la costa vecina de los yacimientos de fierro.

Pescante levantando 5 toneladas, muelle de 40 metros de largo i se va hacer una en cemento armado de 150 metros de largo.

Via férrea de 900 metros de largo i 0,75 de ancho. Dos edificios de 15,5 x 45 m. 6 calderos Meyer. 3 máquinas de 675 HP con sus dinamos. 3 máquinas sopladoras eléctricas. Locomóvil compresor de 60 HP.

Para las leñas: cable de 2 kilómetros por diferencia de altura de 500 metros i de eje 5 kilómetros. Rieles en la selva en direccion a Chaihuin.

Para un hectárea de leña, los gastos de explotación i conducción son 2.500 francos.

VENTAJAS DE LA IMPLANTACION DE LA SIDERURJIA EN AMÉRICA DEL SUR

Con razon Chile puede tener orgullo de ser la primera nacion que habrá instalado en vasta escala la industria del fierro sobre este continente Sud-Americano, del cual viene a asegurar la independencía industrial para la produccion del artículo de mas necesidad en el mundo.

En todas las naciones la produccion del fierro ha sido el barómetro que ha indicado el grado de civilizacion i de progreso de cada nacion.

Seria mui largo de señalar aquí el papel colosal que ha representado en ciertas épocas el fierro en las condiciones económicas de ciertos países, como Austria, España (Bilbao), Rusia, etc. i en fin, el papel que este metal representa actualmente como primer factor de prosperidad en Inglaterra, Alemania, i principalmente en los Estados Unidos.

Sin tener el tiempo necesario para presentar todas las ventajas que Chile, fuera del beneficio moral e intelectual, que introducen las instalaciones siderúrgicas, sacará directamente de esta industria, me limitaré a hacer presente algunas de estas ventajas.

Aprovechamiento de inmensos yacimientos de minerales de fierro de su territorio i de minerales accesorios (carbonato de cal como fundentes, materiales refractorios, etc) los cuales hasta hoi no representaban casi ningun valor.

Perfeccionamiento i desarrollo de los medios de trasportes por tierra i por mar, como de los medios de embarque i desembarque para la movilizacion de estos minerales, mejoras de las cuales aprovecharán las otras industrias mineras de la nacion.

Instalacion metalúrgica aumentando la importancia industrial de la nacion i permitiendo la instalacion de una verdadera colmena de otras industrias accesorias, emanadas de la siderurjia, como fábricas de clavos, alambres, planchas etc. etc., permitiendo tambien dar trabajo a muchos artesanos i obreros.

Aprovechamiento de grandes estensiones de bosques cubiertos actualmente de leñas sin valor, con empleo de mano de obra nacional, i preparando así buenos campos para la agricultura o plantacion de mejores leñas o maderas como tendrá interes en hacerlo la Compañía Siderúrgica en resguardo de sus propios intereses.

Fabricacion de importantes artículos industriales por medio de los sub-productos entregados por los altos hornos, como ácido acético, el alcohol metílico, alquitran, etc.

Produccion de lingotes, fierros i aceros de calidad superior, aprovechables no solamente para el consumo local sino tambien para la esportacion i pudiendo así competir con los fierros del extranjero i así mejoramiento de las condiciones económicas de la Nacion.

En efecto, hai que hacer observar que esta industria *metalúrgica* será la sola que podrá sostenerse i desarrollarse con los productos naturales del suelo (minerales i combustibles), mientras que las otras industrias metalúrgicas nece-

sitan hacer venir la mayor parte de su combustible (coke o carbon mineral) del extranjero. Así tan luego, como la producción alcance a 80 a 90,000 toneladas de los varios fierros o aceros comunes, esta producción, según las evaluaciones de Aduana, representará un valor como de 8 millones de pesos oro de 18d. i con los sub-productos esta cifra alcanzará como 10.000,000 de pesos oro. No hai duda que en el balance comercial, disminuyendo la importación i aun pudiendo aumentar la exportación, tendrán que mejorarse las condiciones del cambio internacional de Chile.

En fin, bajo el punto de vista de los intereses comunes de la América i principalmente de la América del Sur, es conveniente hacer observar que fuera de las nuevas relaciones comerciales e industriales que esta nueva industria va a introducir entre estas Repúblicas, se asegura así su independencia para la producción, en caso de cualquier conflicto europeo.

La experiencia ya ha probado que en estos casos de conflictos europeos, siempre amenazantes, tendrían que aumentar de un modo muy notable los precios de todos los artículos siderúrgicos como también las dificultades para procurárselos.

Así en toda parte del mundo la producción del fierro ha significado: *progreso, riqueza, independencia industrial.*

Santiago, 31 de diciembre de 1908.

CARLOS VATTIER.



La alúmina en las escorias

Mucho se ha discutido i se discute sobre el papel que desempeña la alúmina en las escorias respecto de los demás óxidos constituyentes de caracteres mas marcados, como la sílice entre los ácidos i el óxido ferroso i la cal entre las bases. Las opiniones son diversas entre los metalurjistas, creyendo algunos ver en la alúmina *un ácido*, que puede reemplazar a la sílice, i otros, *una base*, que puede sustituir a los óxidos básicos. Hai también quienes creen que no debe asignarse al óxido de aluminio ninguno de esos dos papeles esclusivamente, sino que admiten la capacidad de la alúmina para combinarse con la sílice como para hacerlo con las bases. En fin, otros opinan que la alúmina no se combina químicamente con los demás óxidos de la escoria i que solo es disuelta sin transformación.

Yo pienso que la posición de la alúmina es relativa respecto de los demás componentes de las escorias, i que, en presencia de cierta proporción de bases mas enérgicas que ella, desempeña el papel de un ácido, formando aluminatos, mientras que en presencia de ácidos de carácter mas pronunciado hace el papel de una base débil. La experiencia permite aseverarlo así, pues se conocen tanto los compuestos del ácido aluminico como los de la base óxido de aluminio.

Es sabido que los silicatos diversos de aluminio funden a temperaturas superiores a las alcanzadas en los hornos de fundicion de cobre i quienes creen que el óxido de aluminio es un anhídrido ácido, podrán argüir esta razon para no aceptar la presencia del silicato de aluminio en estas escorias, pero olvidarian que las escorias son silicatos múltiples, fusibles a temperaturas inferiores a las de fusion de cada uno de ellos.

Cualquiera que sea la posicion que la alúmina ocupe entre los demas óxidos de las escorias, sea que se clasifique entre los ácidos o entre las bases, siempre dará a las materias fundidas caractéres particulares de fluidez, densidad, temperatura de fusion, etc., que solo pertenecen al óxido mismo i no al grupo de óxidos en que se coloca. No porque se admita que la alúmina pertenezca al grupo de los ácidos, o de la sílice, no podrá reemplazar en las escorias a alguna de las bases con efectos tan singulares como al reemplazar a aquéllos. Aun si, fuera de dudas, el óxido de aluminio se manifestara por sus caractéres como un anhídrido básico o ácido, no por eso podríamos sustituirlo a éstos, a nuestra voluntad, sin modificar las propiedades físicas i químicas de las escorias.

La alúmina, como cualquier otro óxido constituyente de las escorias, produce en ellas caractéres especiales; por consiguiente, prácticamente, no es interesante saber el rango que ocupa en cuanto a grado de acidez o basicidad entre los demas óxidos a que se halla combinado, no permitiendo deducir consecuencias de utilidad práctica, ni facilitando tampoco el estudio de la influencia de los diversos óxidos escorificables.

Hai quienes creen que si el óxido de aluminio es de carácter ácido, como la sílice, puede sustituir a este óxido con ménos probabilidad de cambiar las cualidades de las escorias que al sustituir a un óxido básico, i algunos químicos i metalurjistas de fundiciones de cobre, que aceptan a la alúmina como un óxido básico, para evitarse el trabajo de hacer determinaciones analíticas por separado del fierro i del aluminio, o debiendo determinar sólo el fierro que en jeneral prepondera respecto del aluminio, determinan el total de alúmina i óxido de fierro en los minerales cuyas mezclas hai que calcular, dando por razon de este modo de proceder el hecho de que siendo el óxido de fierro i la alúmina bases, actúan igualmente en la formacion de la escoria. Este raciocinio es errado i talvez es efecto de la comparacion con el modo análogo de comportarse en la formacion de las escorias, de los óxidos ferroso i manganeso, que pueden reemplazarse mutua i casi indistintamente, sin que aquéllas esperimenten cambios dignos de atencion en sus propiedades. Sin embargo, ellos deberian tambien hacer la observacion contraria de que la cal óxido básico, no puede indiferentemente reemplazar al óxido ferroso. La magnesia, por otra parte, tan parecida a la cal por sus propiedades—tanto o más que el óxido manganeso al óxido ferroso—no puede sustituirla sin cambiar las características de las escorias. Me parece, pues, que es una jeneralizacion mui incorrecta la de suponer que los óxidos correspondientes a un mismo grupo han de poder reemplazarse mutuamente sin efectos que merezcan considerarse.

Hasta ahora no se han dado pruebas prácticas, sino esplicaciones teóricas, para demostrar que la alúmina debe recluirse solo a uno de los grupos de óxi-

dos básicos o ácidos. En cambio, sabiendo prácticamente que existen aluminatos de bases mas enérgicas que la alumina i silicatos de aluminio, debemos, en mi opinion, seguir admitiendo que la alúmina desempeña este doble papel.

Se dan a continuacion los análisis de algunas escorias, efectuados por el que esto escribe cuando fué químico de la fundicion de cobre de Caldera de la Sociedad Industrial de Atacama, elijiendo las que tienen mas diversas proporciones de sílice i alúmina, contribuyendo así con algunos datos que pueden servir a los investigadores teóricos sobre el rol de la alúmina en las escorias. Escepto la del convertidor, número VI, las demas corresponden a un horno de viento de 150 toneladas de capacidad en 24 horas. Escorias de composicion tan variada provienen de mezclas mui complejas de minerales de procedencias diversas no solo del departamento de Copiapó.

	I	II	III	IV	V	VI
Si O ₂	43,6	45,6	46,6	54,6	56,2	29,6
Al ₂ O ₃	11,0	11,9	9,0	7,9	8,6	6,0
Fe O	26,6	22,9	23,9	23,1	20,6	62,1
Ca O	14,4	15,3	14,0	13,1	12,0	—
Cu	0,6	0,9	0,4	0,4	0,4	1,8

I. Escoria del 16 de marzo de 1908, con eje de 55% de cobre.

II. Escoria de 18 de marzo de 1908, color rojizo, debido al Fe₂ O₃; eje de 56%.

III. Escoria del 9 de marzo de 1908, con eje de 47,15%

IV. Escoria del 21 de marzo de 1908, con eje de 42%.

V. Escoria del 20 de marzo de 1908, con eje de 46%. Esta escoria i la número V eran viscosas, pero perfectamente fundidas, completamente negras; exijieron mayor proporcion de coque para su fusion.

VI. Escoria de convertidor bien fundida i homogénea, sin trozos de calza no fundidos, pero con partículas finas de eje.

Todas estas escorias se disolvieron, bruscamente enfriadas, en ácido clorhídrico. Los números IV, V i VI se jelatinizaron fácilmente.

F. A. SUNDT,
Injeniero de Minas.



El Salitre

I

La naturaleza ha sido pródiga en la provincia de Tarapacá para juntar los mas preciosos elementos, que contribuyen a la fertilidad de los campos i al mejoramiento de todos los productos agrícolas de las diversas zonas de la tierra.

Abundantes depósitos de guano han rellenado grandes faldeos, quebradas i rasgaduras profundas del primer cordón de la costa.

Mantos estensos de nitrato cubren las orillas orientales de la misma cordillera, en toda la provincia.

La rejion o zona salitrera de Tarapacá, como ondulante o imperfecta banda corre i se estiende al pié del cordón de la costa por su parte oriental.

La orilla de la pampa salitrera al juntarse con la del Tamarugal, es caprichosa i afecta las líneas de las costas, formando cabos, promontorios, puntas, ensenadas, bahías, islas, morros, etc., haciendo la pampa estéril el papel de las aguas i el de continente el relleno con caliche.

Nada mas irregular que las capas de caliche: se les encuentra desde el sol hasta cincuenta piés de hondura, formando macizos, desde una pulgada hasta treinta i mas de espesor, cubiertas de terrenos de uno a veinte piés.

El caliche ocupa partes planas, lomas, pequeños montículos, abras algo profundas, angostos pasos, quebradas, cerros de poca elevacion, hasta su cumbre.

A veces corre parejo sin interrupcion, por larga estension de terreno; i otras, se encuentra en filones o papas.

Afecta muchos colores, desde el blanco leche al plomo gris, i aun baja hasta los mas oscuros, se presenta amarillo, anaranjado, azafran cuando contiene leyes subidas de yodo; morado café, negruzco i hasta rojo cuando lo acompañan precipitados de fierro; verdoso, en composicion con atacamitas.

El color comun es blanco opaco i plomo gris: el primero siempre que está cargado de sales de sodio; i el segundo, con arenas endurecidas o rocas feldspatosas.

La lei de nitrato de soda del caliche depende de las cantidades de cloruro de sodio, cal, potasa, costra, arena, cascajo, etc., que contiene.

La lei comun de las pampas salitreras de Tarapacá en la actualidad no baja de 25%; puede calcularse sin exajeracion, varias veces mas caliche que lo esplotado hasta la fecha. Se encuentran terrenos mui grandes en la parte sur de la provincia sin reconocer aun, que encierran abundante caliche.

Mejora i empeora de calidad existiendo cantones superiores a otros, por la subida lei i cantidad de sus calicheras.

La faja salitrera tiene, como término medio, un ancho de cuatro kilómetros mas o ménos.

La distancia a la costa de la pampa, como término medio, llega a cincuenta kilómetros.

No aparecen señales ni configuraciones especiales que demuestren o indiquen los lugares donde existe caliche; cada observacion o esperiencia recojida, falla la segunda vez que se aplica, así que la única demostracion se obtiene con la punta de la barreta con que se practica una escavacion o reconocimiento.

Se creyó que ciertos terrenos planos o con suave descenso, provistos en la superficie de piedrecitas redondas i negruzcas, era indicio de existencias de buen caliche, por haber correspondido con alguna frecuencia esta demostracion en el canton de Huara; pequeños salares de esflorecencia apenas superficial mas de una vez han señalado un depósito abundante de caliche; modernos reconocimientos en terrenos idénticos fallaron completamente.

Se tenia alguna seguridad de que en las lomas de suave declive i quebradas en cerros bajos se encontraba depositado; el aumento de la industria ha reconocido que no se puede tener la menor seguridad, de lo que la esperiencia habia hecho casi una regla.

Aseguraban los prácticos i conoedores de la pampa que en las alturas no se presentaba el buscado abono i tal aseveracion era jeneralmente creida, hasta que a alguién se le ocurrió llevar sobre los cerros sus reconocimientos i obtuvo mui buen éxito en varias partes, aun en alturas no pequeñas.

En profundidades de mas de diez piés no se creyó posible existiera caliche; sin embargo, desde el canton de Negreiros al norte, algunas escavaciones han dado resultado mui favorable: en la oficina Aurora se ha encontrado riquísimo caliche a 20 piés de hondura, apareciendo las muestras mas curiosas con colores caprichosos.

Se ha observado que el caliche encontrado en profundidad, como el que se forma o aparece en roca, es mui rico en nitrato, e indemniza su alto costo de estraccion con el subido rendimiento al elaborarlo.

La capa de caliche en la pampa norte de Tarapacá ha presentado a veces un grueso extraordinario, se ven calicheras abiertas en la roca viva, en que se encuentra la materia prima a siete i ocho metros de profundidad i con un espesor que pasa de veinte metros sin interrupcion. La estraccion se ha efectuado por graderías, como los grandes rasgos de las minas; en una de estas calicheras, de la oficina Sacramento, se ha trabajado nueve meses consecutivos sin llegar a agotarla por completo.

Estas abundantes i estensas pampas se repiten, dejando claros de terreno completamente estéril entre ellas.

El caliche encontrado en hondura ha dado lugar a la formacion de cuevas, que soportan un macizo sólido de materia estéril de varios metros.

En otras partes ha aparecido practicando labores en cerros altos, como en la oficina Aragon: verdaderas minas calicheras se han formado allí con labores de doscientos metros de estension sobre la horizontal, labradas en roca viva; el caliche se presenta en este punto en filones, como los metales, con gran dureza i consistencia; la explotacion ha exijido circas, quiebras, apireo por frontones i chiflones, trabajados i abiertos siguiendo los filones o vetas de caliche que angostan, ensanchan, se ramifican, i experimentan broceos i alcances.

La lei de nitrato de estos caliches es mui alta: sesenta i setenta por ciento, habiendo aparecido algunas papas que han llegado a 92%.

Tienen color blanco, exterior suave i constitucion dura.

Los salares en Tarapacá interrumpen la faja salitrera, algunos de reducidas dimensiones i poco espesor, i otros mas estensos.

Son mas frecuentes en el sur de la pampa, donde su formacion ocupa gran estension, como en Pintados, Lagunas, Soledad, etc. El cloruro de sodio está mui mezclado con roca descompuesta; sílices feldspatosas, cantidades no insignificantes de bórax, en pedazos de buen porte e indicios de sales potásicas.

En los salares del sur el agua casi sale a la superficie, i puede decirse que la sal está completamente hidratada; se ve una vejetacion vetusta i raquítica a sus orillas, con apariencias de haber sido abundante en tiempos anteriores.

Existen en la pampa dos salares rodeados de cerros que los encierran formando lagos de sal: en los faldeos de estos cerros se encuentra abundante caliche de buena clase, que ha dado lugar a la formacion de varias oficinas, que se conocen con los nombres de Soronal, el del sur, en el departamento de Iquique, i Sal de Obispo en el norte, departamento de Pisagua.

Los salares están en contacto con la rejion salitrera saturada de sal, de manera que la formacion de una i otra ha sido reciproca i equivalente.

La capa exterior de los terrenos salitrales se encuentra jeneralmente cubierta por tierra blanca i sutil que se levanta con el viento en grandes polvaredas; tiene las apariencias de rocas volcánicas trituradas i reducidas a fino polvo.

Los vientos frecuentes en la pampa la levantan i elevan por el aire, formando una empinada espiral que corre en todas direcciones, sobre todo en los cantones centrales entre Pozo Almonte i Negreiros.

Limpiado el suelo de esta pegajosa chuca, que con este nombre se le denomina, i que tiene un espesor alrededor de sesenta centímetros, aparece la dura costra, capa compacta i dura que varía desde uno hasta doce i mas piés. La costra está constituida por un conglomerado de roca, arena, arcilla, sales, caliche, etc., se encuentra endurecida i enteramente irregular, con oquedades i quebraduras. Entre las sales que forman la costra, pueden reconocerse las de sodio, magnesio i calcio. Las avenidas i derrames posteriores en la pampa han contribuido, con las gredas arrastradas del interior a formar esta masa sólida que cubre el caliche.

Tras la costra viene el caliche, cuya composicion, aspecto, grueso i color nos ha ocupado ya.

La capa de caliche afecta formacion pareja, no presenta oquedades ni quebraduras; a veces en cierta clase poco comun es blando i poroso, de color achacado, mui apreciado en el beneficio, porque, segun el término salitrero, desata pronto en el cachucho, se disuelve al primer hervor, así como es de mui difícil cocimiento cuando tiene un color café oscuro, duro, casi petrificado; en esta forma contiene una buena parte de caolina, poco a propósito para el beneficio.

Estraido el caliche aparece una formacion blanca, opaca, dura i tizosa, que llaman conjelo. Es una especie de concho que ha filtrado por el caliche, con lei apenas apreciable de nitrato de soda (tres i cuatro por ciento) lo forman una variedad de sulfato, sal, materias insolubles, que perjudican la elaboracion,

motivo por el cual exige mucha atencion para no emplearlo absolutamente en el beneficio.

Bajo el conchelo aparece la cova, donde termina la calichera, constituida por una base de tierra comun, húmeda, a veces con un espesor de muchos metros. Bajo la cova está la roca eruptiva que sirve de base a toda la zona tarapaqueña.

Han aparecido en la pampa salitrera de Tarapacá curiosidades que son muy dignas de tomarse en cuenta, i que pueden dar lugar a conjeturas, mas o ménos acertadas, en relacion con el orijen i formacion del salitre.

Algunos años atras, en la oficina «Union» de Dolores, bajo la capa de costra i caliche se encontró el esqueleto de un ser humano perfectamente petrificado. Tambien han aparecido huesos de animales i aun trozos de árboles en la misma forma en otras partes, con demostraciones de haber estado depositados en estos lugares un sinnúmero de años.

En la oficina Aguada, se encontró dentro de una colpa de caliche un medallon de metal ordinario, con grabado apenas perceptible, talvez de alguna dama india de varios siglos pasados.

En el canton de Huara se ha estraido de debajo de la capa de caliche, piedras minerales de cobre de regular lei i diseminadas allí sin órden alguno.

El lugar conocido con el nombre de Abra de Quiroga, en el canton de Huara, donde hoy existe la oficina Napied, los cerros o lomas que contienen caliche presentan el aspecto de una gran isla salitrera rodeada de pampa por todas partes.

En estos cerros se descubrió un rico reventon de cobre con veta bien formada i en beneficio hasta los veinte metros de hondura.

La faja de cobre se veia interrumpida por angostas bandas alternadas de caliche i sal.

Al abrir una calichera en Rosario de Huara, despues de tronar el tiro, se recojió la momia de un guerrero indio armado de su flecha i vestiduras de toco algodón, con tres dardos clavados en la espalda, demostrando muerte de manera violenta. Esta momia puede asegurarse que perteneció a tiempos anteriores al descubrimiento de América.

En la oficina «San Pablo», al lado sur de la pampa, han aparecido algunos objetos curiosos: los mas notables son los fósiles de un pájaro en su nido, echado sobre huevos, i tambien un pescado, con prolongado hueso saliente en la cabeza, o sea un pez espada.

En el canton de Negreiros bajo el caliche, mas o ménos a dos metros de la superficie, apareció la vaina de una navaja de mas de un pié de largo; el mango era de asta de venado o huemul terminando en un gran anillo de metal.

En varias partes de los terrenos salitrales se ha constatado la existencia de guano de pájaros, exactamente del mismo que se encuentra en las covaderas.

Amonitas perfectamente formadas, notables por su tamaño, se han recojido de la capa que cubre el caliche i de entre las mismas calicheras.

Todas estas demostraciones, indican mas o ménos, la posibilidad de ciertas hipótesis sobre la formacion del salitre i demuestran que aquellos objetos

quedaron allí desde esa época. La zona salitrera tiene las apariencias claras de haber estado ocupada por las aguas marinas, como un brazo de mar cortado del océano por violentos i paulatinos levantamientos del cordón de la costa, que quedó sometido a una lenta evaporación: la sal sobre la costra terrestre formó el caliche.

Que las aguas ocuparon la parte oriental del cordón de la costa, no deja duda, i es una base poderosa de certidumbre que da lugar a una explicación posible.

En el Salar Grande, que se extiende desde frente al puerto guanero de Pabellón de Pica, hasta las inmediaciones de la caleta de Chipana, en una extensión de cincuenta kilómetros de largo, por quince de ancho, con un espesor que no se conoce, pues los reconocimientos más hondos hasta treinta metros, quedan en pura sal, puede verse claramente el resultado de la evaporación de las aguas saturadas de sal. Depósito enorme contenido por los cerros de la costa, que parece hubieran sujetado su avance hacia el occidente, estacionándolo sobre la pampa, cuya altura es la misma que la región o zona salitrera.

La constitución del Salar Grande, es dura i compacta, sin oquedades ni intersticios, cubierto por una costra delgada, mezcla de sal i de arena carcomida por la humedad, cuyo grueso no pasa de un pie con puntas i riscos que dificultan la marcha del viajero.

La sal que este depósito contiene es la más pura que se encuentra en toda la provincia i aun no es exagerado decir en el mundo, pues sube de 99.½% de cloruro de sodio; para el uso doméstico no tiene rival.

Este pedazo de mar cuajado en sal cristalina i convertido en un *conscription salar*, según lo dice con estas mismas palabras el padre Barba, ese infatigable sabio i explorador de la provincia de Lipez, es conocido como una de las grandes maravillas desde aquella época lejana, a principios del siglo XVI allá por el año de 1540.

La dureza i solidez actual no la tuvo, al decir de las viejas crónicas, cuando se le observó por primera vez, en tiempo de las primeras expediciones españolas que lo cruzaron; pues ellas cuentan que se encontraban en él pozos con agua, tan profundos que no fué posible sondearlos i en ellos peces bien desarrollados.

Muchos de estos pozos estaban cubiertos por delgadas capas de sal, que se quebraban con el peso del viajero que a caballo i hasta a pie se aventuraba a atravesarlo, dejándolos sepultados para siempre.

Así que no es extraño que estos cuerpos aparezcan, andando el tiempo, cuando profundice la explotación del salar, petrificados i convertidos en sal, dando lugar a hipótesis curiosas sobre la formación de esa enorme masa salina.

Hoy mismo se observa algo que corrobora lo que sobre la antigüedad del salar hemos asegurado.

La sal ha cristalizado en cubos simétricos de lados iguales, i se ven algunos tan cristalinos, que dejan pasar la luz por gruesos que sean; hemos contemplado en alguno de dos, tres i cuatro pulgadas cúbicas de espesor, que en el

centro i lados de tan hermosas cristalizaciones aparecen vacíos con agua; quebrado el cubo se puede el agua tocar i palpar, i naturalmente moja donde cae.

Tiene ese fenómeno mucha relacion con los pozos que se encontraron cuatro siglos atras en el *conscription salar*, donde el agua ha ido desapareciendo i dejando su lugar a la sal i las últimas gotas se ven todavía.

No nos queda duda que las aguas ocuparon la parte oriental de la cordillera de la costa, quedando aislado un brazo de mar por el levantamiento de lo que hoy forma una muralla de granito; se estendió derramándose hasta rellenar esta orilla de sur a norte de la pampa, ocupando una vasta estension que puede apreciarse desde el paralelo 28 hasta el 19.

La evaporacion lenta no se hizo esperar i fué aconchándose el cloruro de sodio.

La mayor o menor proporcion en que el caliche se ha encontrado, depende del mayor o menor número de metros cúbicos del recipiente terrestre que contenia o encerraba las aguas marinas.

Mr. Charles Darwin en su obra sobre Sud-América, capítulo «Superficial Saline deposits» dice: que existian partes de las salitreras que visitó, en que la sal habia sido lijeramente disuelta por las lluvias i ha presenciado grandes retazos de arena completamente húmeda; su primera impresion sobre los depósitos de salitre fué que tenian su derivacion de los aluviones; posteriormente la opinion de Mr. D'Orbigni i por los estudios i exámenes que hizo de las arenás aglomeradas, como de las delgadas capas paralelas de sal alternadas de diferentes tintes, llegó a la conclusion de que no provenian de los aluviones.

El sabio D'Orbigni dice que habiendo encontrado conchas marinas esparricadas sobre estos yacimientos salinos i debajo de ellos grandes bloques, exactamente iguales a los que se encuentran en la costa, cree que la sal que se encuentra invariablemente en la superficie de estos lugares, ha quedado por la evaporacion del agua del mar, a pesar de que los yacimientos de Iquique se encuentran a una altura de mas o ménos tres mil piés.

La espesa neblina que se estendió sobre la superficie de las aguas marinas con la evaporacion constante, estuvo en contacto con la atmósfera, i los fenómenos de las lluvias, recias tormentas i descargas eléctricas cargadas de ozono, efectuándose reacciones químicas que influyeron en la costra semi-líquida que iba quedando i que marchaba a su completa solidificacion, hasta convertirla en verdaderos depósitos de nitratos, sulfatos i cloruros.

La absorcion del ázoe del aire asimilado i mezclado con los residuos salinos de la costra terrestre, puede llegar a explicar la formacion de los abonos azoados en las pampas.

Con el determinado objeto de hacer la competencia al nitrato de Chile en los mercados, creemos se ha descubierto el secreto de estas combinaciones en la rejion salitrera.

Los abonos obtenidos del aire, la calcionamida, la cal azoada i el nitrato de cal eléctrico, se fabrican a semejanza de como pasó en las pampas salitreras, al formarse en ella los abonos nitrificados.

La combinacion del ázoe i el oxígeno del aire con la soda, operó bajo la in-

fluencia de una incandescencia eléctrica, como al producirse el abono artificial.

La combinación del ázoe i el oxígeno del aire con la parte sólida, deliquescente aun, contenida por el suelo, ha constituido el nitrato de soda; los elementos asimilados del aire encontraron la base de la soda para formar la capa de salitre.

Esta operación i reacción química en grande escala, en proporción i extensión, se efectuó bajo la influencia de incandescencias eléctricas, producidas por las grandes i repetidas tormentas que azotaron esta rejión en tiempo de los dislocamientos terrestres, ocasionados por terremotos, lluvias torrenciales i bruscas evaporaciones, que demuestran i se observan en los terrenos, pampas i cerros que nos ocupan.

Como en el nitrato electro-químico, una vez producido el nitrato con el oxígeno i el ázoe del aire, se ha solidificado con los alcalinos de soda, potasa i cal, que es la base de los terrenos salitres.

La cal mas barata que la soda, presta con mayor ventaja utilidad para la formación de la cal azoada de preparación artificial; el suelo de la zona salitrera de Chile ofreció con profusión soda, que constituía la base dejada por la evaporación de las aguas en la hoya terrestre que éstas ocuparon.

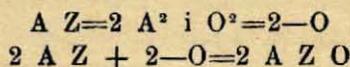
En la circular núm. 43 de la Asociación de Propaganda i Combinación Salitrera de Iquique, encontramos el pensamiento del señor P. Lemoult sobre esta materia: el bióxido de ázoe AZ_2O , cuerpo muy oxidable, solidifica espontáneamente el oxígeno, produciendo el peróxido de ázoe AZ_2O_2 , que el agua descompone produciendo ácido nitroso convertible en ácido nítrico por reacciones simples.

Estas reacciones encontraron en la atmósfera que rodeaba a la materia salina ázoe, oxígeno i agua en abundancia, dando lugar al ácido nítrico i los nitratos de soda de la capa terrestre.

Las aguas de las lluvias tormentosas, que caían sobre el Tamarugal, engrosadas por las aguas de las quebradas, que desembocan en esta misma pampa, siguieron su curso contribuyendo a la completa nitrificación de la capa salitrera que se formaba.

El Tamarugal demuestra hasta hoy haber estado ocupado por bosques espesos en épocas anteriores, atrayendo las lluvias que parece fueron tempestuosas.

La misma luminosa circular de la Combinación Salitrera, que presta tanta utilidad a la industria en Chile, en sus informes sobre los nitratos artificiales traduce de *L'Engrais de Paris*: «Con la alta temperatura del arco eléctrico del aire, las moléculas de ázoe i oxígeno, se desjuntan en átomos, fenómeno que es seguido de la combinación de estos átomos con formación de bióxido de ázoe».



«De las reacciones apropiadas con agua o con soluciones alcalinas (soda

cáustica, agua de cal, etc.), resultan, sea ácido nítrico diluido, sea nitratos o una mezcla de nitratos i nitritos».

El gran laboratorio de la zona oriental del cordón de la costa, a orillas de la pampa del Tamarugal, funcionó en condiciones favorables, para nitrificar los salares con el ázoe i oxígeno del aire, actuando como gran agente de combustion el arco eléctrico formado en el aire, después de las lluvias i tormentas resultando nitrato de soda en abundancia.

Invasada la pampa del Tamarugal por las aguas i aluviones, fueron a estrellarse con el cordón de la costa juntamente con las materias arrastradas; rocas, piedras, minerales, arcillas, feldspatos, gredas, cuerpos de animales, troncos i ramas de árboles de que estaba repleto el interior de la provincia. Todo en revuelta confusión formó la capa que cubre el caliche, i el caliche mismo, hasta llegar a la perfecta solidificación, después de terminada i concluida por completo la evaporación.

Una erupción volcánica pudo apurar i alijerar la formación; i vapores gaseosos exhalados del centro de la tierra, pudieron contribuir a las reacciones que se efectuaron sobre la costra salina.

La potasa, la soda i la cal son importantes componentes de la capa calicheosa i hasta ahora abundan aisladamente en la rejión salitrera, sobre todo la soda i la cal en unión con el ácido sulfúrico; la combustion misma de estos elementos en formación descompusieron el aire que los rodeaba hasta arrebatarse el oxígeno i ázoe de los nitratos; la mezcla con las arenas i las rocas enfriadas por la humedad atmosférica, vino a endurecer esa masa que se extendió de extremo a extremo en las provincias salitreras.

El contacto con los productos orgánicos i vegetales, arrastrados por las aguas, formaron pantanos que concluyeron por secarse, dejando la capa salina con sus componentes azoados hasta nitrificarse.

La nitrificación de los terrenos, artificialmente, no exige mucho tiempo: un montón de basuras regadas varias veces con agua saturada de salitre, concluye a los pocos años por convertirse en esta sustancia.

Los viejos tarapaqueños aseguraban que el salitre, o mas bien el caliche, crece nuevamente en las calicheras, como si fuera una planta sometida al desarrollo natural del tiempo.

Esta creencia viene de la propensión i facilidad del salitre para absorber la humedad i dilatarse en las mismas calicheras aumentando de volumen.

En una calichera agotada, o mas bien explotada, quedan siempre pequeñas partículas de caliche diseminado, i aun en mayores proporciones, que, al quedar en contacto con el aire, después de cierto tiempo, se hacen visibles i forman delgadas costras que salen un tanto de la cata o escavación practicada para extraer el caliche.

En las canchas de las oficinas se observa este crecimiento después de sacado todo el caliche i raspada la cancha hasta dejarla completamente limpia; se ve al poco tiempo formarse sobre el piso ampollas de salitre que se levantan cada día mas i se rompen a la menor presión, pues su cubierta es muy delgada.

Este aumento de volúmen se desarrolla en el fondo de los estanques de fierro que han contenido nitrato de soda, despues que éste ha sido estraído i el depósito limpiado, raspado i hasta pintado.

Hemos visto grandes rasgaduras de terrenos en la pampa salitrera, con sus paredes bañadas de una delgadísima capa de caliche puro, como si hubiesen sido barnizadas o pintadas con una brocha; en algunas partes parece que se hubiese corrido i forma un pequeño borde o botones mas levantados; fuera de este baño, la costra o roca que la contiene se manifiesta completamente estéril.

Estas manifestaciones peculiares al nitrato de soda, están indicando que basta el menor indicio o formacion de salitre sobre la costra terrestre, en condiciones ventajosas, para que se estienda, prospere i aumente, sobre todo en la época de la transicion por que atravesaba esa rejion cuando la evaporacion de las aguas.

En apuntes que hemos recojido sobre la zona salitrera, algunos años atras, para las pájinas de un libro que verá pronto la luz pública con el título de «Tarapacá», refiriéndonos al caliche, decimos lo siguiente: se le encuentra asentado sobre una materia mui sólida que presenta aspecto tizoso, con lei de tres o cuatro por ciento de nitrato i de cinco a treinta centímetros de espesor.

Esta sustancia es una especie de concho que ha filtrado por el caliche i que parece se ha enfriado posteriormente, juntándose materias espelidas por los nitratos en formacion i los precipitados de sal, cal i potasio de la costra i capa salitrera; se le llama conjelo i reclama el cuidado constante de los correctores de pampa, para que el particular no lo mezele con el caliche que entrega para el beneficio.

El particular es el obrero que explota por su cuenta el caliche en la pampa a tanto la carretada.

Dos químicos alemanes, los doctores Semper i Michels han escrito un libro con el título de «La Industria del Salitre en Chile» i en él, al tratar del conjelo encontramos: «Es una formacion que se encuentra a menudo desarrollada en todos los distritos, constituida por brechas que contienen secreciones de masas compactas cristalinas de cloruro de sodio, de yodo o de sulfatos, o bien estas mismas sustancias al estado cristalizado».

«El término medio de un análisis del conjelo en la oficina «Alianza» dió:

Sulfato de calcio.....	3,30 %
Sulfato de magnesio.....	10,16 »
Sulfato de sodio.....	11,70 »
Cloruro de sodio	50,40 »
Insolubles	23,24 »
Humedad.....	1,30 »

Pissis dice: «La formacion del ácido nítrico parece a primera vista presentar mas dificultades, pero las esperiencias de Cloez han establecido de una manera certera que los carbonatos alcalinos, en presencia de materias que puedan oxidarse, tienen la propiedad de condensar los elementos del aire atmosférico i tras formarlos en ácido nítrico. Por otra parte, es sabido que los feldspatos, bajo la

influencia del aire se cambian en caolina, abandonando así, sus bases alcalinas que pasan al estado de carbonato, mientras que los silicatos de fierro de la mica, el aujita i de la anfíbola se oxidan. Se hallan, pues, realizadas en esta descomposicion las condiciones requeridas para producir el ácido nítrico».

Don Lorenzo Sundt piensa que esta teoría de Pissis es la mejor i el mismo cree con mucho acierto que en estos lugares debe continuar la acumulacion de salitre, hoi mismo, razon que viene a corroborar el aumento curioso de nitrato que se observa en terrenos o calicheras agotadas.

Abandonamos esta materia para ocuparnos de otro abono, que en años anteriores fué i tuvo la importancia de los nitratos hoi dia, a pesar de que su lei de ázoe es inferior i que contiene otra sustancia de gran aprovechamiento para los terrenos agrícolas: el fosfato en la forma de ácido fosfórico.

Guano

II

Haremos a la lijera una reseña sobre el guano, tan abundante en la costa e islas del Pacífico. En otro tiempo fué una de las grandes riquezas de la provincia de Tarapacá, consumiéndolo la agricultura del mundo por millones de toneladas.

Es un abono formado por principios orgánicos, en cuya composicion han entrado animales, plantas marinas, residuos de estos cuerpos, que en mezcla con los agentes exteriores prestados por el aire, el agua, la sal marina, las arenas i las rocas, han venido a constituir esa masa que se presenta como endurecida tierra, con diversos colores i fuertes olores.

Parece extraño, pero no queda duda que el excremento de las aves marinas, en su mayor parte, ayudado por el de los lobos ha contribuido como base poderosa a su formacion.

Puede uno cerciorarse de lo dicho en los mismos islotes de guano blanco diseminado en la costa.

El abono contenido por los islotes, como de reciente formacion, tiene gran cantidad de amoniaco; el ázoe llega a veces hasta 15%; presenta un color blanco i aspecto aceitoso con olor tan fuerte que se hace insoportable.

Año por año la capa de este guano se ve engrosar en varias pulgadas a causa de la continua defecacion de las aves, i, principalmente los alcatraces que las cubren constantemente.

El guano de estos islotes es mui apreciado en la provincia de Tacna i es motivo de lucrativo negocio para los que lo explotan.

Un islote de varios metros de espesor explotado i privado por completo del abono, estrayendo de él entre setecientos a mil quintales, seis meses despues puede soportar otra explotacion mas o ménos igual; pues en este tiempo se ha juntado el cargamento de una balandra o pailebote.

Este guano aunque se conserve mucho tiempo en el islote, mantiene lei subida de ázoes, lo que no pasa en el continente, porque este último se mezcla o

está mezclado con las piedras, arenas i sales de las orillas, en el constante levantamiento i formacion del terreno.

Se ha encontrado el guano en grandes depósitos sobre las laderas de los cerros que caen al mar, rellorando quebradas de larga estension, como en Punta de Lobos, en enormes quebraduras o rasgaduras de la costra o roca del cerro, como en Pabellon de Pica, i en terrenos planos casi sobre las playas, como en Chipana.

Se forma en masas compactas de muchos metros cúbicos de espesor, pudiéndose practicar frontones i piques de reconocimiento de doscientos i trescientos metros en puro guano, sobre todo a principios de la explotacion; en la actualidad ha disminuido tocando ya a su agotamiento.

El guano está jeneralmente cubierto i recargado con capas que varían, desde un pié hasta dos i mas metros de conglomerados de arena i sal endurecida, piedras i rocas, necesitándose romper esta costra a tiros para la explotacion; otras veces se sobreponen verdaderos mantos de conchas revueltas con multitud de plumas de pájaros.

Los guanos de Chipana, los mas ricos hoi dia en ázoe i mas abundantes en cantidad, están bajo una dura costra petrificada i mezclada con arena i sal, estremadamente dura, i que varía alrededor de cincuenta centímetros; a pesar de la mezcla, su lei de ázoe es superior al mismo guano puro que la cubre.

El guano tiene diversos colores: blanco, plumizo, los mas cargados de ázoe, negro, café i colorado en los que predomina el ácido fosfórico; tambien se encuentra a veces azulejo i mui frecuentemente amarillo.

En los guanos mui pobres impera el sulfato de cal en bolas i terrones tizosos.

La constitucion química de este abono es la siguiente: humedad sujeta a variaciones de aumento i disminucion por la proximidad del mar i el contacto directo con la atmósfera; materias orgánicas, sales alcalinas, arenas, fosfatos de cal, resolviéndose los principios orgánicos en ázoe i los fosfatos en ácido fosfórico, que son los elementos de aprovechamiento en los terrenos vejetales.

El uso de este artículo como abono es conocido desde tiempos mui primitivos; los naturales de la provincia de Tarapacá, lo estraián desde mucho ántes del descubrimiento de la América española de la isla de Igüeyque, como la llamaban, hoi Serrano, en la costa de la provincia de Las Lipas, para emplearlo en sus sembríos del interior.

El guano no se remonta a la altura de los cerros, se encuentra en montículos bajos que salen del gran cordón de la costa i avauzan sobre la playa, fuera de Pabellon de Pica, estos cerrillos o lomas no llegan a cien metros sobre el mar.

Hemos presenciado una guanera en formacion, al norte de Huamitas, en una estension plana, casi al nivel de la playa.

Frente a este lugar existe una lobera formada por crecido número de estos mamíferos marítimos, que se les ve constantemente sobre un grupo de rocas vecinas a la playa; las arenas llevadas por el viento alternan las capas que mas tarde presentarán el aspecto de todos los depósitos.

La dura costra que cubre el guano ha presentado mayor dureza i espesor en las covaderas de Pabellon de Pica; los esplosivos funcionaron en este depósito con mayor profusion que en los otros i hasta la fecha se ven grandes desmontes formados por las capas de tierra i piedras que ha cubierto el rico abono; éste apareció mui escondido bajo varios metros de materias endurecidas i como el nitrato obtenido bajo la roca i en cuevas, es de mui subida lei de ázoe.

Allí la explotacion ha dejado estensos socavones, planos inclinados, pasos estrechos i cortados a picos, quebradas i rasgaduras profundas, grandes peñascos erizados i colgantes i cuanto el caprichoso de formacion puede presentar, en el redondo cerro en forma de pabellon o escudo que ocupó el guano.

Este cerro tiene una altura de trescientos veinte piés (320) i cae a pico sobre el mar unido a la costa por promontorios de arena; de manera que la humedad ha contribuido a endurecer las arenas arrastradas por los vientos hasta cubrir el abono; entre estas capas aparecen daditos de arena i sal perfectamente endurecidos, de la forma i porté exacto de los que se usan para jugar.

El abono o guano de Pabellon de Pica es de color plomizo claro, de lei mui subida de ázoe; así como el de Punta de Lobos situado tres leguas mas al sur es pobre en ázoe, superando estraordinariamente los fosfatos.

Se le encuentra endurecido en forma de terrones que necesitan de fuerte trituracion.

El guano sobre la costa presenta claramente el aspecto de un acumulamiento de materias orgánicas, revueltos con arenas i recargado por piedras, costras, gredas i arcillas, así que desaparecen las hipótesis i presunciones dudosas sobre su formacion en aquellos lugares.

En la actualidad se usa el guano para la agricultura nacional, explotándose unas doce mil toneladas anuales.

Los campos de Chile necesitan de abonos fosfatados, motivo por lo cual se estraee la mayor cantidad de Punta de Lobos, cuyas leyes de ácido fosfórico suben de 20%, este guano amarillo, claro terroso, de mui poco peso, se presenta como fino polvo.

Chipana con 5% de ázoe i un poco mas de 10% de ácido fosfórico, provee de unas cuatro mil toneladas anuales a la Agricultura Nacional, i creemos que seria del mejor aprovechamiento para las tierras de Chile, acostumbrando a los agricultores a mezclar un saco de guano de Chipana de 5% de nitrógeno i 12% mas o ménos de ácido fosfórico, con uno de Punta de Lobos de 1% de nitrógeno i 24% de ácido fosfórico, dando esta mezcla un abono de un 3% de nitrógeno i 18% de fosfórico.

La operacion para la mezcla de una cantidad de abono fosfatado por una del azoado, debe efectuarse con exactitud i prolijidad ántes de emplearlo en la agricultura de Chile.

Los convertidores basicos para cobre

El señor F. A. Sundt, ingeniero de minas, en un interesante estudio sobre convertidores básicos para el tratamiento de ejes de cobre, arriba a conclusiones que a mi juicio envuelven una importancia trascendental en este importante ramo de la metalurgia del cobre. Principia el señor Sundt por hacernos ver que la dificultad ó casi imposibilidad de tratar ejes de baja lei en el convertidor haya desaparecido i comprueba este hecho citando el caso de que, en Estados Unidos, el proceso Baggaley permite beneficiar ejes de lei de 20% de cobre, usando un convertidor básico i agregando mineral silíceo para producir la escorificación del fierro oxidado durante la operacion.

Es de sentir que el señor Sundt ignorase que el proceso Baggaley fué un verdadero desastre metalúrgico; esta ignorancia está tanto mas justificada cuanto que los periódicos técnicos de los Estados Unidos describieron el proceso i sus resultados con datos obtenidos directamente del inventor i no derivados de las observaciones personales de sus empleados o colaboradores. El proceso Baggaley se instaló en Butte, Estado de Montana, con todos los misterios que siempre rodean a las *grandes invenciones* i fué la base de una gran negociacion organizada con capitales conseguidos en el Estado de Pensilvania. Las minas que formaban la base de la negociacion eran i son de escasa importancia, pues están situadas fuera de la zona mineralizada del gran distrito de Butte i están formadas por ciertas venillas de formacion irregular i de una constancia mui variable.

El establecimiento funcionó mui irregularmente por 6 meses, durante los cuales se gastó mas dinero que el que se habia presupuestado, por lo que se produjo la paralización del negocio; los convertidores bien poco trabajaron i los resultados obtenidos no pudieron ser mas desastrosos.

El establecimiento, herméticamente cerrado al ojo del técnico, grandes artículos en la prensa de Butte, colaboraciones descriptivas a los periódicos técnicos, conversaciones entusiastas en los clubs etc. fueron sin duda los grandes recursos a que se recurrió para mantener el «bluff» metalúrgico en boga por tanto tiempo. Yo personalmente he visitado el establecimiento de la Pittsburg and Montana que sirvió de base a Baggaley para sus ensayos i me encontraba en Butte cuando se procedió a la paralización de la fundicion; solo me resta agregar, para que el lector se dé cuenta del fracaso, el hecho de que, teniendo la Pittsburg and Montana este establecimiento en perfecto orden i buen estado, se ve precisada a enviar sus minerales al establecimiento de Anaconda para que sean allí beneficiados; últimamente se ha procedido a modificar el establecimiento agregándole una planta de concentracion mecánica para entrar así a producir ejes de lei de 40 a 50% i seguir, por consiguiente, la práctica metalúrgica de los grandes establecimientos de Montana.

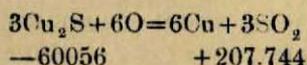
Yo soi del parecer del señor Sundt que la gran dificultad que existe en el tratamiento de ejes pobres es el desgaste rápido del revestimiento del convertidor i, mas aun, creo que es mui acertada la idea de que la sílice que

se agrega no se combina con el óxido de hierro formado, debido a la baja temperatura que reina en la superficie del eje fundido, donde dicha sílice flota; sin embargo, el señor Sundt olvida que dicha esplicacion no se puede aplicar a otros casos experimentales que tambien han fracasado; así, por ejemplo, el distinguido doctor *James Douglas*, la autoridad mas competente en metalurgia del cobre, ideó introducir sílice en polvo, junto con el aire, a través de las toberas. Este metalurjista puso en práctica su idea en los convertidores de Bisbee de la *Arizona Copper Queen* i, aunque allí la sílice iba a ejercer su accion escoriificante en el mismo foco de oxidacion, no dió sin embargo resultados. (1)

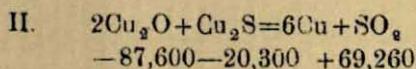
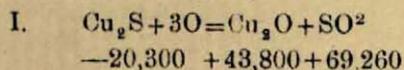
El revestimiento básico ha sido mui discutido i mui experimentado: *Hiram W. Hixon* en el establecimiento de *Anaconda* hizo experiencias con convertidores básicos i con convertidores que tenían «water jackets» para proteger el revestimiento, obteniendo mui malos resultados.

Yo no niego que la conversion de ejes de baja lei no sea practicable; mui al contrario, ello se lleva a cabo en lugares donde las condiciones locales lo permiten: así, por ejemplo, en *Aguas Calientes, Méjico*, en el establecimiento de la *American Smelting and Refining Co.* se tratan ejes de leyes de 25% a 30% de cobre en convertidores, pero hai que tomar en cuenta que el mineral silíceo que se usa como revestimiento contiene, en metales preciosos, cuarenta pesos chilenos por tonelada; estos metales preciosos se obtienen sin otro gasto *extra* que el de colocar el mineral como revestimiento del convertidor.

En otra parte de su estudio el señor Sundt, tratando de la posibilidad de reduccion de ejes de lei de 80% de cobre o sea sulfuro de cobre, nos da la siguiente reaccion:



Lo que significa que dicha reaccion da 147,688 calorías de utilidad. El señor Sundt no ignora por cierto que la reduccion del cobre no se lleva a cabo por medio de esa ecuacion sino de acuerdo con las siguientes:



La primera ecuacion «produce» 92,8 kilo-calorías por cada kilogramo de « Cu_2S » que se oxidó de acuerdo con ella, i la segunda «absorbe» 38,6 kilo-calorías por cada kilogramo de « Cu_2S » que se «reduce» de acuerdo con ella.

De manera que por cada kilogramo de sulfuro de cobre que se reduce a

(1) Transaction of The Institutions of Mining and Metallurgy

cobre metálico hai un desprendimiento de « 48,3 kilo-calorías » i no de « 147,8 kilo-calorías » (1) como el señor Sundt indica.

Agréguese a esto las pérdidas de radiacion, tan grandes en el convertidor, i se tendrá la verdadera causa de la imposibilidad de reduccion de los sulfuros de cobre en el convertidor.

El aumento de presion, que el señor Sundt patrocina, vendria simplemente a acortar la duracion de la operacion, economizando naturalmente cierta cantidad de calórico, pues disminuiria las pérdidas de radiacion; pero es mui problemático el que levantase la temperatura a un grado tal que permitiese la reduccion en convertidores de los sulfuros de cobre puros; a no ser que se recurriese a grandes volúmenes de aire o en otras palabras a grandes presiones, « algo mas elevadas que 1,4 kilogramos por C. C. »; estas presiones están fuera de nuestro alcance, a lo ménos por ahora. I aun así, entiéndase que la única ganancia que se obtendria seria lo que se pudiese salvar de las pérdidas de radiacion, pues por mui lijero que marche la operacion, las ecuaciones I i II son inalterables, es decir, miéntras mas rápido sea el desarrollo de calórico de la ecuacion I mas rápido será tambien el consumo de la ecuacion II i el balance permanecerá siempre el mismo.

La práctica de conversion viene a robustecer mas estas consideraciones teóricas. Así, por ejemplo, cuando se trata en convertidores ejes mui ricos (60 a 55%) sucede que terminada la oxidacion de la pequeña cantidad de sulfuro de fierro que ellos contienen es necesario agregar mas eje pobre, para que así el gran desarrollo de calórico producido por la oxidacion del « FeS » de este eje, sature de calor al « Cu₂S » restante i permita el ejecutar la operacion sin que el baño se enfríe. Mi observacion personal me es fiel a este respecto i puedo decididamente decir que jamas he visto tratar un eje de mas de 50% directamente, es decir, sin que exija la adicion de mas combustible que en este caso es el sulfuro de fierro.

Santiago, enero de 1909.

IGNACIO. DÍAZ OSSA,
Ingeniero metalurjista.



La industria del cobre en Estados Unidos

I.—INTRODUCCION

Cobre i fierro son los principales pilares en que descansa la estructura metálica de las industrias modernas. Las aplicaciones del cobre en el mundo industrial son innumerables; ellas se pueden fácilmente medir si se considera que el cobre da directamente trabajo a algunos cientos de miles de operarios

(1) Esta figura corresponde a la del Sr. Sundt, con la única diferencia que está calculada por unidad de peso de Cu. 2 S.

i añade anualmente algo mas de mil quinientos millones de pesos a la riqueza mundial. Entre las muchas industrias que dependen de este metal, las eléctricas son sin duda las mas sobresalientes. La electricidad ha llegado a ser uno de los factores primos de la vida moderna i de ella aun se espera mas grandes i mas maravillosos servicios. Enumerar las industrias eléctricas que exigen el uso de este metal seria tarea mui superior a mis fuerzas; séame, sin embargo, permitido el dejar constancia del hecho innegable de que el cobre es hoi día, prácticamente hablando, el único conductor en las trasmisiones de energía, luz e impulsos telegráficos o telefónicos. El fierro jugaba un rol casi único en las instalaciones primarias de teléfonos i telégrafos debido a su menor costo inicial; dicha economía es sin embargo ficticia, i por lo consiguiente, el cobre lo reemplaza rápidamente.

La luz i traccion eléctrica forman hoi día una necesidad de las ciudades modernas; el teléfono cubre el continente americano i europeo con su estensa i complicada red de alambres; el horno eléctrico empieza recien a mostrarnos sus maravillosas i desconocidas cualidades, mientras que las industrias electrolíticas progresan con una rapidez jeneral, formando un complemento indispensable de los procesos metalúrgicos hoi día en uso. La electricidad como fuerza motriz, aventaja decididamente al vapor, mui especialmente cuando se puede conseguir fuerza hidráulica; su adopcion en los ferrocarriles, establecimientos industriales, minas, etc., es solamente una prueba de lo que de ella se espera en el futuro.

El cobre es estensivamente usado, ya sea como bronce, ya en sí mismo, en la fabricacion de maquinaria, tubos de calderas, condensadores marítimos, cornizas, adornos arquitectónicos, tuercas, cerraduras, llaves, válvulas, bombas, etc. Se usa tambien en grandes cantidades en la acuñacion de monedas, en municiones de guerra, cañones, etc., i en la fabricacion de relojes e instrumentos científicos.

Dia por dia se introducen en el mundo industrial nuevas aleaciones de cobre, tales como cobre niquelífero, cobre arsenical, aluminio cuprífero, etc.; aleaciones de las que dependen multitud de pequeñas industrias que seria difícil si nó imposible el enumerar.

Entre los minerales de cobre el mas importante, bajo el punto de vista industrial, es sin duda el sulfato de cobre o vitriolo azul del comercio. Se le encuentra ocasionalmente en la naturaleza formando el mineral denominado *chalcatina*, pero, en la mayoría de los casos, es un producto artificial.

II.—PRODUCCION MUNDIAL DE COBRE; PRODUCCION, ESPORTACION, IMPORTACION, CONSUMO I PRECIO DEL COBRE EN LOS ESTADOS UNIDOS DURANTE LOS ÚLTIMOS TRES AÑOS.

En la trasformacion de los minerales de cobre a cobre metálico, hai, jeneralmente hablando, dos operaciones principales, a saber: arranque o estraccion i beneficio o reduccion. Al calcular la produccion de un distrito o de un pais se toma tan solo en cuenta el metal reducido, el que naturalmente solo representa

del ochenta al noventa por ciento del cobre explotado por cuanto los métodos de beneficio envuelven en sí mismos una pérdida de mayor o menor consideracion.

La tabla I reproduce la produccion mundial durante los últimos diez años en toneladas métricas.

TABLA I

PAISES	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907
Estados Unidos....	220.571	235.050	263.035	274.933	270.998	288.833	316.239	370.892	397.003	416.226	398.736
Méjico	14.370	16.435	19.310	22.473	33.943	36.357	46.040	51.780	70.010	62.690	61.127
España i Portugal.	53.083	52.375	55.088	53.718	54.482	50.587	50.536	47.788	45.527	50.109	50.470
Japon.....	23.000	25.175	28.763	28.285	27.916	30.251	31.861	35.408	36.485	40.528	49.718
Australia.....	16.583	15.943	21.082	23.368	31.371	29.098	29.464	34.706	34.483	36.830	41.910
Chile.....	21.900	24.850	25.400	26.016	31.299	29.373	31.424	30.592	29.632	26.157	27.112
Alemania.....	20.945	20.085	23.836	20.635	22.069	21.951	31.214	30.262	22.492	20.665	20.818
Canadá.....	5.938	8.040	6.838	8.595	18.575	17.765	19.360	19.490	21.598	19.106	21.022
Rusia.....	6.025	6.266	7.325	8.128	8.129	8.814	10.485	10.871	8.839	10.658	15.240
Otros países.....											
Produccion mundial.....	404.915	423.348	476.194	496.819	632.148	542.209	602.832	663.327	699.514	715.268	686.153

Como fácilmente se ve, los Estados Unidos marchan a la cabeza con una produccion anual que fluctúa alrededor de 400 mil toneladas métricas. Esta produccion enorme proviene de una infinidad de distritos entre los que descuellan los Estados de Montana, Arizona, Michigan i Utah; la figura I deja de ver de una manera gráfica la produccion de cobre en libras, durante los últimos veinte años en las rejiones arriba mencionadas.

En 1905 me fué dado por primera vez observar de cerca, por decirlo así, el movimiento de esta gran industria en este país.

La produccion de cobre durante dicho año fué de 871.634.245 libras que provinieron de mineral extraído de las minas situadas dentro del territorio de la Union en el curso del año; a esta produccion hai que agregar el cobre reservado de 1904 i las cantidades importadas durante el año, llegándose así a formar un total de 1.025.000.000 de libras de cobre. Funcionaron durante 1905 ocho refineries electrolíticas de cobre que producen *setecientos sesenta millones de libras* de cobre electrolítico, el resto de la produccion se vendió en el mercado de New-York, ya sea como cobre de Lago Superior (Michigan) o bien como «best-selected».

El consumo doméstico fué mas o menos de 51 millones de libras mensuales; las usinas manufactureras de placas i alambres de cobre, como así mismo las fábricas de máquinas, en que el bronce juega un papel importante, funcionaron con una gran capacidad durante todo el año.

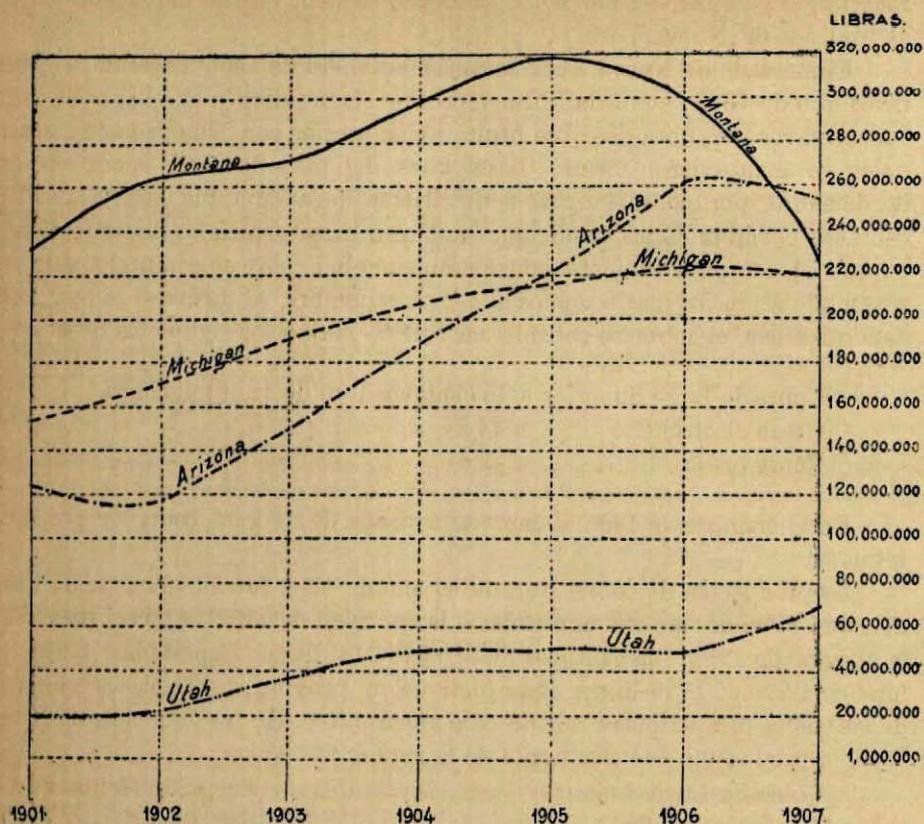


FIG. I.

Representación gráfica de la producción de cobre de los estados de Montana, Arizona, Michigan i Utah, en libras: desde el año 1901 al 1907.

La gran extensión de los ferrocarriles eléctricos i la aplicación de la electricidad en varios de los ferrocarriles existentes fueron causas importantes de la gran demanda de cobre en el mercado americano.

La exportación en 1905 no fué tan grande como se esperaba; las remesas remitidas al oriente durante los primeros meses del año, jamás bajaron de veinte mil toneladas i fueron indudablemente destinadas al uso militar durante la guerra ruso-japonesa. A China se exportaron treinta mil toneladas destinadas a la acuñación de monedas. La importación fué de consideración; la mayor parte de ella vino de Méjico i Canadá en la forma de cobre bruto que fué aquí refinado electrolíticamente; al terminar el año se estima que había en el país una reserva de cobre equivalente a 118.244.028 libras, es decir, incluyendo el mine-

ral estraido i no beneficiado, como asimismo el metal que no había aun llegado al mercado de Nueva York.

El mercado de Nueva York se abrió en enero de 1905 pagando 41½ centavos (oro de 18 d.) por cada libra de cobre electrolítico o de Lago Superior i 40 centavos por libra de cobre bruto. Estos precios con fluctuaciones ocasionales se mantuvieron firmes hasta fines del mes de abril, época en que la demanda por cobre empezó a debilitarse llegando a una rebaja de 1.35 centavos por libra. Estas condiciones reinaron hasta principios de junio, tiempo en que el consumo aumentó considerablemente i cobre se compraba para ser revendido a precios mas o ménos altos; en setiembre, al firmarse la paz entre Japon i Rusia, el cobre se cotizaba en Nueva-York a los siguientes precios:

Cobre de Lago Superior a 45 centavos (oro de 18 d.) por libra	
Cobre electrolítico	a 44,3 » » » » » »
Cobre bruto	a 43,6 » » » » » »

En Diciembre de 1905 el cobre se cotizaba de 51 a 56 centavos por libra refinada.

La produccion de cobre durante el año de 1906 fué de 887.682.387 libras de cobre refinado; las que agregadas a la cantidad de 118.244.028 libras, o sea la reserva de 1905, i la cantidad de 210.679.314 libras importadas, hacen un total de 1.216.605.729 libras. Esta produccion provino de dieciseis refineries, de las cuales diez emplean el proceso electrolítico. En el mercado de Nueva York la produccion fué clasificada de la siguiente manera:

Cobre de Lago Superior	229.626.215 libras
Cobre electrolítico	648.614.592 »
Cobre bruto	40.000.000 »
	<u>918.240.807 libras</u>

El consumo de cobre durante el año fué de 685.000.000 de libras i se reparte mas o menos como sigue:

Para fines eléctricos, incluyendo alambres.....	340.000.000 libras
En la manufactura de bronces.....	210.000.000 »
En la fabricacion de planchas, placas, etc.....	35.000.000 »
En otros usos, especialmente en «moldes».....	100.000.000 »
	<u>685.000.000 libras</u>

Una gran parte del cobre empleado en fines eléctricos, fué cobre refinado electrolíticamente, aunque una cantidad considerable de cobre del Lago Superior se empleó en la construccion de alambres o conductores. El marcado aumento en el consumo durante el año, es en gran parte abribuido a la expansion enorme de la electricidad.

Una idea exacta del cobre electrolítico empleado en las diferentes industrias, se puede fácilmente obtener, revisando los informes de las refineries del pais. De ellos se deduce que el 70 % del cobre electrolítico se modela en forma de barras que se usan en la fabricacion de alambres o conductores; 16 % se

modela en forma de lingotes usados en la manufactura de bronce i de objetos de cobre; 9% se modela en la forma de «cakes» o grandes panes, usados en la manufactura de planchas i placas de cobre, etc., i el resto parece que se destina a usos varios entre los que sobresale la fabricacion de catodos.

El monto total de cobre importado a los Estados Unidos durante 1906 fué de 225.843.281 libras, que se distribuyen como sigue:

	Cobre en minerales (1)	Cobre bruto
De Inglaterra .. .. .	.....	22.549.321 libras
De Francia.....	.....	3.202.168 »
De Alemania. ....	.....	5.303.712 »
Del resto de Europa. ...	.....	5.649.689 »
De Canadá.....	10.329.955	30.398.369 »
De Méjico.....	31.690.058	85.595.359 »
De Cuba.....	.....	513.240 »
De Sud-América.....	4.390.589 »
De Indias Occidentales.	.....	399.569 »
De Japon.....	.....	6.752.486 »
De otros paises.	2.874.891	16.558.390 »
Total	49.284.891	176.558.390 libras

O sea 225.843.281 libras de cobre.

Esta cantidad de cobre no representa verdaderamente el monto exacto de la importacion, pues cierta parte del cobre de Canadá i Méjico viene a este pais con el solo objeto de ser refinado, volviendo de nuevo allá para ser vendido; de manera que parece que la importacion fué tan solo de 210.679.314 libras de cobre, que se clasifican de la manera siguiente:

En minerales.....	24.988.524 libras
En ejes.....	11.173.062 »
En régulos.....	1.738.527 »
En cobre viejo.....	6.487.226 »
En cobre refinado.....	28.191.053 »
En cobre bruto.....	138.100.922 »
	<hr/>
	210.679.314 libras

La esportacion del cobre producido por las minas del pais fué durante 1906 de 454.752.018 libras, que se reparten como sigue:

A Inglaterra.....	55.097.670 libras
A Béljica.....	6.475.054 »

(1) Bajo el título de minerales se entiende tambien «productos metalúrgicos».

A Francia	80.703.723 libras
A Alemania.	96.629.040 »
A Italia	19.777.296 »
A Países Bajos	151.650.293 »
A Rusia... ..	9.523.992 »
Al resto de Europa.....	25.260.807 »
A Canadá.	4.176.135 »
A Méjico.....	263.319 »
A China.....	4.932.128 »
A otros países.....	262.561 »
	454.752.018 libras

Las reservas de cobre al terminar el año de 1906 se estimaron en 90 millones de libras, mas o ménos.

El precio del cobre en el mercado de Nueva York durante el año de 1906 fué espléndido, parece que las reservas de 1905 se agotaron rápidamente i la demanda que, como resultado de esto se produjo fué, sin exajeracion, exorbitante. Bajo estas condiciones una alza ilimitada era ineludible aunque las casas vendedoras hicieron cuanto fué posible por conservar el precio lo mas bajo que se pudiese conseguir para así no dañar las industrias que de este metal dependen.

El año se abrió con cobre del Lago Superior a 52,63 centavos (oro de 18 d.) por libra, cobre electrolítico a 51,24 centavos, i durante enero i febrero el mercado permaneció mas o ménos apacible debido a que China vendia el cobre comprado, para el acuñamiento de monedas, en 1905. En marzo los europeos compraban cobre para el futuro i parece que durante este mes se vendió la produccion de abril, mayo, junio, julio i agosto. En setiembre se vendia la produccion de octubre a precios excelentes i en diciembre, Europa compraba cobre para 1907, pagando el precio de Nueva York que era de 67,86 centavos por libra de cobre del Lago Superior, 66,48 centavos (18 d.) por libra de cobre electrolítico i 64,40 centavos por libra de cobre bruto.

La produccion durante 1907 fué de 879.241.766 libras las que agregadas a las 192.901.267 libras importadas i a los 90.000.000 de libras reservadas de 1906 hacen un total 1.161.143.033 libras.

El monto total de la esportacion fué de 508.929.401 libras, el consumo doméstico subió a 530.000.000 de libras i las reservas de cobre a principios de 1908 se estimaron en 221.000.000 de libras.

El gran consumo que caracterizó al año de 1906 continuó durante 1907 hasta principios de la primavera (abril). Durante la primavera hubo una gran reaccion económica; las grandes negociaciones esperadas no se llevaban a cabo, el dinero se invertia cautelosamente i en pequeñas cantidades, resultando que el consumo de cobre se redujo de tal manera que el cobre comprado durante los primeros meses dió abasto hasta setiembre, época en que el precio habia sido reducido a una mitad del valor que en enero tenia en el Mercado de Nueva York.

En setiembre el consumo aumentó paulatinamente, pero parece que los productores tenían una reserva de 250.000.000 de libras así es que se decidieron a reducir la producción; al mismo tiempo los fabricantes habían consumido sus reservas i la demanda de cobre en el mercado levantó de nuevo el precio de él a 45 centavos por libra refinada.

La producción fué sin embargo reducida poco a poco a partir de aquel momento, terminando en 1908 con la paralización de grandes compañías, tales como la «Cananea Consolidated» en Méjico i la «Amalgamated» en Estados Unidos. En febrero de 1908 se vendían en Nueva York las grandes reservas de cobre de 1907 i de nuevo los productores reasumían su trabajo en la misma magnitud con el cobre a 39 centavos por libra refinada.

La producción de 1908 es difícil de ser calculada por cuanto una alza en el Mercado de Nueva York sería inmediatamente aprovechada por las grandes compañías de este país, aumentando así la producción vertiginosamente.

No es, sin embargo, muy aventurado el decir que dicha alza difícilmente se puede producir debido a que, no tan solo las grandes compañías del país han reasumido su trabajo en igual escala, sino que también nuevas i ricas compañías de cierta consideración aparecen en los estados de Utah i Nevada de este país, en el Congo en Africa i en Collahuasi en Chile.

Si las condiciones económicas reinantes prevalecieran durante todo el curso del año, no sería muy arriesgado decir que la producción doméstica de las minas de los Estados Unidos fluctuará entre «650 i 700 millones de libras de cobre».

III.—IDEAS GENERALES SOBRE LA INDUSTRIA DEL COBRE EN LOS ESTADOS UNIDOS

Una cuestión ciertamente interesante bajo el punto de vista técnico i económico es el averiguar el carácter de los minerales que han servido para producir el cobre de este país. Si tomamos como base o producción normal del país la producción de las minas de los Estados Unidos durante el curso del año 1906, o sea 887.682.387 libras de cobre, se tiene que un doce por ciento de ella proviene de minerales oxidados, un sesenta i dos por ciento de minerales sulfurados i el resto o sea veintiseis por ciento de minerales de cobre nativo.—Los sulfuros primarios tales como la chalcopirita, proveen el dieciseis por ciento del cobre producido i los sulfuros secundarios tales como la chalcosita, el cuarenta i siete por ciento.

La cantidad de minerales beneficiados fué de 19.743.000 toneladas americanas (2000 Lbs. por tonelada). En esta cantidad se incluyen minerales silíceos de lei bajísima empleados ya sea como flujos en fundición pirítica, ya como revestimiento de convertidores en la conversión de ejes de cobre. De esta cantidad total el veintiseis por ciento se considera como mineral de primera clase, es decir, puede ser fundido directamente i el resto se considera como de segunda clase, o sea, mineral que tiene que ser concentrado mecánicamente ántes de ser sometido al tratamiento metalúrgico. Pequeñas cantidades de cobre son también obtenidas por medio de la precipitación de las aguas de las minas

Los establecimientos de fundicion de los Estados Unidos produjeron durante el año 1906 la cantidad de 917.805.682 libras de cobre de las que, 15.132.562 libras fueron estraídas de materiales, beneficiados en años anteriores, tales como relaves de concentracion, escorias, revestimientos i pisos de hornos, etc. Estos materiales que suman 404.496 toneladas analizan en término medio *uno i medio por ciento de cobre*.

El resto de la produccion o sea 902.673.130 libras de cobre, provienen de 19.743.000 toneladas de mineral con un porcentaje o contenido de cobre, equivalente a 2,15 por ciento en término medio. Si a esta cantidad se le descuenta las 1.700.000 toneladas de mineral de cobre, usado como flujo en las operaciones metalúrgicas, se tiene que el mineral estraído i beneficiado fué de *18 millones de toneladas americanas que dan dos i medio por ciento de cobre por término medio*.

Los minerales de Michigan o Lago Superior que contienen cobre nativo dan solamente 1,26 por ciento de cobre i si no se los tomase en consideracion, *se podria decir que el porcentaje o contenido de cobre en los minerales beneficiados en los Estados Unidos es de 3,65 por ciento*. Los 18 millones de toneladas de minerales de cobre, beneficiadas durante el año producen ademas *271.197 onzas de oro i 15.880.870 onzas de plata*, es decir, contienen un término medio de 0,015 onza de oro i 0,882 onza de plata por tonelada de mineral beneficiado.

La industria del cobre en los Estados Unidos está en manos de grandes organizaciones formadas por personalidades, de todos conocidas, en el mundo financiero; en poquísimas otras industrias se nota esa marcada i tenaz tendencia hácia una centralizacion del capital. Se puede decir que, de la produccion total de los Estados Unidos, cerca de 720 millones provienen de cuatro grandes Compañías, a saber:

- «Amalgamated Copper C.º»
- «Calumet and Hecla Mining C.º»
- «W. A. Clark», i
- «Phelps, Dodge and C.º»

La produccion de las minas de estas compañías es realmente enorme i pasa de los límites a que la imaginacion puede llegar; igual cosa se puede decir de sus establecimientos de beneficio; i, para poner mas de relieve esta idea, me permitiré citar el hecho de que todo el mineral estraído diariamente en el territorio de la República de Chile, formaria escasamente el lecho de fusion de uno de los hornos del establecimiento de la «Amalgamated Copper C.º» en Anaconda.

La produccion actual de cobre viene en su mayor parte, o casi en su totalidad de cuatro de los Estados de la Union, a saber: Montana, Arizona, Michigan i Utah.

Aunque hai otros Estados cuya produccion no es bajo algun punto de vista despreciable, tales como «California», «Colorado» e «Idaho» i algunos otros

como «Nevada» i «California», cuya produccion futura promete ser considerable.

IV.—MONTANA.—PRODUCCION, GEOLOGÍA ECONOMICA DEL DISTRITO, SISTEMAS DE EXPLOTACION, MÉTODOS DE BENEFICIO I COSTO DE ESTAS OPERACIONES

El Estado de Montana es uno de los mas grandes de la Union-Americana; se extiende entre los grados 45 i 49 de latitud norte i entre los grados 104 i 116 de longitud oeste de Greenwich, comprendiendo una superficie de 145.310 millas cuadradas. La produccion de cobre viene en su totalidad del distrito de Butte, situado sobre el paralelo 46° i a los 112° 30' de longitud occidental de Greenwich. Butte es una ciudad de 70.000 habitantes, formada por un área superficial de 24 millas cuadradas en las que operan 150 minas que tienen 300 millas de laboreo subterráneo. La produccion de cobre del distrito minero de Butte ha sido, durante los tres últimos años, la siguiente:

1907.....	227 663.000 libras
1906.....	299 850.000 „
1905.....	319.179.885 „

La gran reduccion durante 1907 tiene una explicacion lójica en las condiciones un tanto críticas por que esta industria atravesó durante dicho año.

Las rocas de este distrito son todas de orijen ígneo, compuestas de muy pocos tipos i de composiciones mineralójicas muy análogas entre sí. Las rocas que prevalecen i en las que ocurren casi todas las vetas metalíferas están constituidas por un granito básico de un color oscuro, atravesado por grandes diques de «aplite» o sea roca granítica compuesta de partículas finas de feldespato, cuarzo i mica. En el campo mineralizado ámbas rocas graníticas se encuentran cortadas por innumerables venas de cuarzo porfídico, sumamente irregulares.

Los filones mineralizados raramente afloran; ellos muestran su existencia por hendiduras del terreno o por descomposicion de las rocas que los circundan. La rejion se encuentra cruzada por rasgaduras, en todas direcciones, que en la parte este del distrito han dado lugar a formaciones de veneros o grietas mineralizadas; estas rasgaduras desaparecen poco a poco en hondura, llegándose a una rejion donde las rocas forman una zona completamente compacta.

Las vetas de la rejion se pueden clasificar en tres sistemas, a saber: aquellas cuya direccion es de oriente a occidente, aquellas que corren en una direccion de noroeste a sudeste i, por último, aquellas cuya direccion es de noreste.

Los filones mineralizados se pueden dividir en vetas de plata i vetas de cobre. Los minerales de plata forman un área al NO. i SE. de las vetas de cobre; ámbas vetas, tan diferentes en sus caracteres mineralójicos, son sin embargo muy análogas en sus relaciones jeológicas.

Las vetas de plata están constituidas por sulfuro de plata, blenda, galena i piritas; comunmente no contienen cobre, salvo en las cercanías de transicion i de pequeños núcleos aislados de chalcopirita i tetrahedrita; la ganga

consiste en cuarzo con silicatos i carbonatos de magnesia. El jénesis de los filones arjentíferos parece ser el del relleno de las grietas ya abiertas por partículas mineralizadas.

Los filones cupríferos fueron, en su mayor parte, trabajados por plata en un cuarzo sumamente ferrujinoso. Los minerales de plata llegan solamente hasta los 400 piés de hondura, donde principia la zona de transicion o límite superior de la rejion de los sulfuros de cobre. Los minerales oxidados de cobre son escasísimos. Los minerales de cobre ocurren en grandes filones de un cuarzo piritoso, filones que alcanzan a veces una potencia de mas de 35 metros; el depósito cuprífero o zonas mineralizadas está constituido, en jeneral, por chalcosina, bornita, enarjita i piritita cobriza; covelina se encuentra tambien, pero en cantidades mui pequeñas; tetraedrita i chalcopirita aparecen en las vetas de plata. La ganga de los filones cupríferos es cuarzo, aunque hai una gran cantidad de granito descompuesto que forma el relleno de innumerables vetillas i pequeños bolsones de mineral que forman en conjunto un verdadero *stockwerck*. El oríjen de los minerales de cobre es, segun Emmons, el siguiente: las aguas meteóricas en su circulacion en profundidad, bajo condiciones críticas de temperatura i presión, han disuelto el contenido de cobre o sustancias metálicas de una zona mineralizada de granitos; las mismas aguas en su circulacion ascendente a la superficie han depositado en las grietas que les sirvieron de canales, los minerales primarios de cobre. La deposicion tiene lugar bajo condiciones de todos conocidas, tales como enfriamiento, cambio en presión i reacciones químicas. El enriquecimiento posterior de estas vetas se explica por la accion de las corrientes descendentes de agua que disuelven la parte superior depositando su contenido a hondura, debido casi enteramente a reacciones químicas. Este enriquecimiento secundario se encuentra claramente demostrado en Butte por las enormes cantidades de chalcosina, mineral que ha hecho famoso el distrito de Butte i que es probablemente el mayor i mejor ejemplo de este efecto. Los depósitos secundarios han sido sumamente ricos i abundantes en zonas determinadas, empobreciendo paulatinamente a profundidad hasta desaparecer por completo; en algunas minas el límite inferior de este enriquecimiento ha sido ya alcanzado, mientras que en otras, aunque de mayor hondura, todavía se explota.

Entre los cambios de mineralizacion el mas importante es la gran abundancia de enarjita en profundidad; en la parte oeste de Butte, este cambio principia entre los 600 i 700 metros de profundidad; a igual hondura ocurre tambien la aparicion de la chalcosina, producto característico del enriquecimiento secundario. La presencia de enarjita ha dado lugar a la teoría de Weed sobre la deposicion de este mineral i enriquecimiento secundario de los filones de cobre. De acuerdo con dicha teoría las vetas han sido reabiertas por nuevas erupciones velcánicas, mientras que soluciones alcalinas disolvian arsénico, cobre i otras sustancias en profundidad, precipitándolas en su ascension a la superficie.

En este campo minero hai una relacion marcadísima entre los depósitos de cobre i la presencia de los pórfidos; hecho que se comprueba al saber que las vetas mas productoras aparecen en una área penetrada por esta roca.

El mineral de cobre mas importante en el distrito de Butte es la chalcosina del que se deriva el 90% de la produccion total de cobre de la rejion.

Las minas de este distrito pueden ser descritas bajo el orden de las compañías que las trabajan:

La Compañía «Amalgamated Copper C.º» tiene como dependientes de ella la mayoría de las otras compañías, cuya capacidad anual se detalla al pié:

Anaconda	1.473.664	toneladas de mineral (mínimum)
Boston & Montana.....	1.138.307	» » »
Butte & Boston.....	260.433	» » »
Parrot	167.963	» » »
Frentont	150.296	» » ...
Washoe	102.941	» » ...
M. O. P. C.º	170.169	» » ...
Hypoeka.....	77.105	» » ...
Guardian.....	43.591	» » ...
North Butte	288.000	» » (mínimum)
Otras minas	306.850	» » ...

William Clarck posee dos minas cuya capacidad anual se produce en seguida:

Original	400.000	toneladas de mineral
Steward..	300.000	» » »

La Compañía Pittsburg & Montana que opera independientemente hace una extraccion de 50.000 toneladas de mineral anualmente.

Hai ademas otras compañías independientes cuya capacidad agregada no alcanza a 20.000 toneladas anuales.

El mineral explotado en Butte, tomado en conjunto, analiza en término medio: *3,20 por ciento de cobre, 2 onzas de plata i 60 centavos (18 d.) de oro por tonelada.*

Las grandes minas del distrito de Butte con sus rasgos mas característicos se enumeran a continuacion:

a) *Anaconda Copper Mining C.º*

Capital \$ 90.000.000 (oro de 18 d.)

Produccion: 94.963.835 libras de cobre anualmente:

Empleados i trabajadores: 5.000 hombres.

Hondura: 940 metros.

Perforadoras: 1.200 máquinas de aire comprimido.

Produccion de plata: 3.116.880 onzas anuales.

Produccion de oro: 19.165 onzas anuales.

Mineral explotado: 1.626,306 toneladas anualmente.

Lei de cobre de este mineral: 3%.

Contenido de plata: 2 onzas por tonelada.

Contenido de oro: \$ 0,60 por tonelada (\$ oro de 18 d.)

b) *Boston and Montana Consolidated, Copper and Silver Mining Co.*

Capital: 15.000.000 (oro de 18 d.)

Produccion: 90.000.000 de libras de cobre, anualmente.

Empleados i trabajadores: 4.000 hombres.

Hondura: 850 metros.

Perforadoras: 900 máquinas de aire comprimido.

Produccion de plata: 2.419 610 onzas anuales.

Produccion de oro: 11.990 onzas anuales.

Mineral explotado: 1.209.805 toneladas anuales.

Lei de cobre de este mineral: 3,60%.

Contenido de plata: 2 onzas por tonelada.

Contenido de oro: \$ 0,58 por tonelada (oro de 18 d.)

C.) *North Butte Mining Co.*

Produccion: 40.000.000 de libras de cobre, anualmente.

Capital: \$ 30.000.000 (oro de 18 d.)

Empleados i trabajadores: 900 hombres.

Hondura: 680 metros.

Mineral explotado: 400.000 toneladas anuales.

Lei de cobre de este metal mineral: 5 por ciento.

Hablando en jeneral, se puede decir que los métodos de explotacion de estas minas son mui semejantes entre sí; todas ellas, con escepcion de la mina Gagnon, hacen su estraccion por piques verticales donde comunmente actúan una o dos jaulas. En la mayoría de las grandes minas estas jaulas son elevadas de 5 a 8 metros sobre la boca de los piques donde entregan sus carros a una sólida plataforma de madera provista de rieles que conducen estos carros cargados a una serie de tolvas de madera, forradas con planchas de fierro, cuyas puertas dan sobre la línea del ferro-carril.

Los piques de la rejion tienen una seccion de 4 piés 6 pulgadas de ancho por 5 piés de largo en cada compartimento, teniendo cada uno dos o tres compartimentos.

Las minas presentan muy pocas novedades en sus métodos de explotacion; el método mas usado en el arranque de los macizos es el trabajo por escalones ascendentes, sistema que ha dado los mejores resultados económicos.

Las vetas se dividen por medio de galerías de nivel, en macizo de a cien piés cada uno. Sin regla fija i dependiendo enteramente de las circunstancias

que se presenten, se abren las labores secundarias que unen un nivel con otro; estas labores tienen siempre dos compartimentos: uno dedicado al pasaje de los operarios i el otro destinado a descolgar el mineral arrancado. El departamento destinado al mineral se reviste por completo con gruesos tabloncillos que terminan en la parte inferior en una sólida compuerta, colocada a ocho pies de altura sobre el nivel de la galería de acarreo, formando así verdaderos buzones o coladeros.

El modo de enmaderar es el comunmente usado en estos casos, es decir: cuadros de madera colocados en 4 postes, estos cuadros se colocan uno sobre otro hasta así rellenar la cavidad abierta.

El acarreo secundario se hace en carros de acero que se vuelcan mecánicamente i de una capacidad que varía de una a dos toneladas. Los carros reciben el mineral directamente de los buzones i son empujados por hombres o arrastrados por caballos o mulas hácia el pique de estraccion; en las galerías principales de las minas Anaconda, Never Sucat i St. Laurence, el transporte se hace por medio de locomotoras de aire comprimido.

La perforacion se hace con máquinas de aire comprimido, los tiros llevan una hondura de 4 a 5 pies i son cargados con dinamita, en casos rarísimos se usa el barreno de mano.

El mineral extraído de las minas se clasifica como mineral de primera o segunda clase. El mineral de segunda clase forma el 90 % del mineral extraído i contiene de 2 a 6 % de cobre i es por lo consiguiente sometido a un tratamiento mecánico comunmente llamado «concentracion por agua». Los establecimientos de beneficio de la Amalgamated están situados uno en «Guat Falls» a 172 millas de Butte i el otro en «Anaconda» a 27 millas distantes de Butte. El establecimiento de beneficio de W. Clark está situado en la ciudad de Butte a tres millas de distancia de las minas.

La concentracion en Butte se hace gradualmente i no se trata de enriquecer el mineral en un grado tal que dé lugar a grandes pérdidas; hablando en términos jenerales la mayoría de los productos concentrados se obtienen en cribas i son de un tamaño tal que permite beneficiarlos en hornos de manga.

El mineral es chancado i en seguida triturado i despues de una prolija clasificacion en trómeles es concentrado en cribas; este tratamiento se repite hasta que la molienda fina se hace necesaria; la clasificacion de los productos finos se hace en clasificadores hidráulicos i la trituracion parte en cribas i parte en mesas.

La maquinaria usada en el tratamiento mecánico es jeneralmente conocida: la chancadura se hace en las chancadoras Blake, de Allis Chalmers; la clasificacion se hace en trómeles o harneros cilíndricos i en clasificadores hidráulicos; la trituracion se hace en cilindros de diferentes diámetros; la molienda se ejecuta en molinos Hungtinton o Chilenos i la concentracion se lleva a cabo en cribas i en mesas Wilfley, cónicas o Vanners.

Uno de los establecimientos conocido como el de la Compañía Boston and Montana se encuentra situado en Great-Falls i tiene una capacidad diaria de 3.000 toneladas, él está dividido en seis secciones de 500 toneladas de capacidad cada una.

La fuerza exigida por las seis secciones del establecimiento es de 1200 H. P.; el gasto de agua en las mesas de concentracion es de 20 galones por minuto i en las cribas es de 3.200 galones por tonelada de mineral tratado; el gasto total de agua corresponde a 7.680 galones por tonelada de mineral. Debido a que no siempre funcionan las seis secciones del establecimiento, el gasto de fuerza motriz corresponde a $\frac{1}{2}$ H. P. por tonelada de mineral.

La concentracion se hace en la proporcion de tres toneladas de mineral en una de productos concentrados; la pérdida es equivalente al 18% del cobre contenido en el mineral.

Otro de los establecimientos de preparacion mecánica perteneciente a la compañía Amalgamated es el de Anaconda, de una capacidad diaria de 8.000 toneladas; el establecimiento está dividido en ocho secciones de a mil toneladas de capacidad cada una.

El gasto o consumo de agua es de 20.000 galones por minuto en las 8 secciones i el gasto de fuerza motriz corresponde a 3.000 H. P., es decir, ménos de $\frac{1}{4}$ H. P. por tonelada de mineral. La concentracion se hace en la proporcion de 2 a 2 $\frac{1}{2}$ toneladas de mineral en una de productos concentrados.

Tanto el mineral de primera clase como los productos concentrados de granos mayores que $\frac{3}{8}$ de pulgada son generalmente fundidos en hornos de viento o de manga. El sistema de fundicion empleado es el de reduccion a ejes de los sulfuros crudos; este proceso, mui usado en este país, es el de una fundicion semi-oxidante llevada a cabo en hornos verticales.

Los grandes i únicos establecimientos de fundicion de Montana usan hornos rectangulares de viento formados por chaquetas de agua con ante-crisoles cilindricos fijos. La tendencia general es la de aumentar la capacidad de estos hornos: el establecimiento de Anaconda tiene tres hornos, dos de los cuales son de 15,55 metros de largo por 1,42 de ancho i el tercero es de 26,55 metros de largo por 1,42 ms. de ancho al nivel de las toberas. La altura de estos hornos es de 5,50 metros medidos del nivel de las toberas al piso de carga i de 1,50 ms. de las toberas al piso del horno.

Los dos primeros hornos tienen en sus estremidades longitudinales dos antecrisoles fijos, de una forma cilíndrica, que miden 4,80 ms. de diámetro i 1,50 m. de altura. El tercero o gran horno tiene tres ante-crisoles de las mismas dimensiones, uno en cada estremidad longitudinal i el tercero en el medio.

La capacidad de cada uno de los hornos de 15,5 metros de largo es de 1800 toneladas en las 24 horas i la del de 26,5 es de 3.000 toneladas diarias.

Las cargas de estos hornos se pesan en edificios separados donde se encuentran situadas las tolvas o depósitos de minerales i flujos. Cada horno recibe de 300 a 350 cargas diarias; estas cargas que pesan de 10.000 a 12.000 libras cada una se acarrean por medio de traccion efectuada con locomotoras de aire comprimido; el ferrocarril pasa al nivel del piso de carga; los carros son automáticamente descargados en los hornos por medio de bombas de aire comprimido.

(Continuará)

Algunas observaciones sobre la termoquímica de los ejes de cobre

Erróneamente i conservando las antiguas teorías—insostenibles actualmente por el gran acopio de observaciones experimentales que en los últimos tiempos han permitido explicar los fenómenos termoquímicos i de afinidad con una base mas sólida—se sigue interpretando por gran número de metalurjistas competentes i de autores distinguidos, la formacion de los ejes de cobre en los hornos de fundicion i las reacciones que se verifican en los procedimientos de conversion o refinacion de los ejes en cobre metálico.

Haré referencia solo a lo que a este respecto dice el reputado pirometalurjista del cobre en su última obra del año 1907 «Principles of copper smelting», C. D. Peters, de la Universidad de Harvard, Estados Unidos. En la página 61 de la edicion inglesa publicada en New York, i como explicacion de la segunda de las tres leyes, la que agrupa las causas de los fenómenos químicos producidos en la fundicion de minerales a ejes de cobre, escribe las siguientes palabras que apuntamos traducidas: «A altas temperaturas, el azufre tiene con el cobre mayor afinidad que con cualquier otro metal, i transformará primero *todo* el cobre presente en sulfuro cuproso, ántes de principiar a combinarse con el fierro». La primera parte de este párrafo no es exacta, aunque en ella hace descansar el resultado de la esperiencia de que miéntas haya suficiente azufre presente, todo el cobre se combina con él formando sulfuro cuproso, ántes que el fierro. La termoquímica moderna no admite esta explicacion, i trataremos de hacerlo ver mediante los mismos datos que Peters da en otra parte de su obra i con que él mismo se contradice.

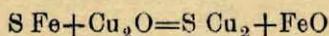
Desde que Fournet, entre los antiguos experimentadores a quien hasta hoy se llama en auxilio, solicitando los resultados de sus estudios para la construccion de teorías sobre la formacion de los ejes de cobre, determinó el grado de afinidad de los diversos metales con el azufre, colocando en la serie que formó, al cobre en primer término, mucho se ha avanzado en los conocimientos de la estática química, que actualmente permite negar la exactitud de los resultados de Fournet. Las determinaciones termoquímicas modernas sobre los sulfuros metálicos han trastornado por completo el orden de colocacion de los metales en esa serie i basándonos en los calores de combinacion o descomposicion de los sulfuros metálicos, que, en la página 532 de su libro precitado da Peters, formamos la serie siguiente de metales, comenzando por el mas afin con el azufre, o sea por el que produce mayor calor al combinarse con este metaloide: antimonio, zinc, fierro, cobalto, cobre (cuproso), plomo, niquel i plata. La serie coloca, como se ve, al cobre en lugar de afinidad para con el azufre inferior al fierro.

Sin embargo, en la fundicion a eje i en la conversion del eje a cobre, el azufre queda combinado de preferencia al cobre, i miéntas haya azufre suficiente éste se unirá ántes que al fierro al cobre, formando sulfuro cuproso. Este

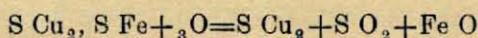
resultado innegable de la experiencia pareceria estar en contradiccion con los resultados de la termoquímica, pero ella es solo aparente i la encontramos cuando raciocinamos sin considerar el conjunto de reacciones que se producen en la formacion del eje o en la conversion de éste; no nos preocupemos de la accion del oxígeno de los óxidos metálicos que se funden o del oxígeno del aire que juega tan preponderante papel en la conversion; solo miramos la accion final del azufre sobre el fierro i el cobre, i nos olvidamos de que las reacciones se producen siempre desprendiendo el mayor calor. Tanto en la fundicion a ejes de minerales oxidados como en la conversion de los ejes en cobre, no solo se desprende calor por la combinacion del azufre con el fierro i cobre, sino que principalmente, en mayor cantidad, por la combinacion del oxígeno de los óxidos o del aire con el azufre i el fierro. Una lei jeneral de la termoquímica dice que siempre que se combinan los cuerpos químicos sin intervencion de energía estraña se producen las reacciones que desprenden el mayor calor. Aunque en la fundicion de minerales, tanto en hornos de soplete como de reverbero, excepto el caso de la auto-fundicion o fundicion pirítica, que nos puede servir de ejemplo, hai intervencion de energía estraña, que es la del carbon, por lo cual no podríamos tomarla como ejemplo claro de reacciones verificadas segun la lei de evolucion del mayor calor, podemos explicar que en las reacciones entre el cobre, fierro, azufre i oxígeno a las altas temperaturas que producen la fusion de los productos resultantes, el fierro, siendo mas afin al azufre que el cobre, es eliminado ántes que el azufre, estudiando las leyes de la estática química en los fenómenos de la conversion del eje en cobre mediante el oxígeno del aire, procedimiento que es conducido sin intervencion alguna de energía exterior.

El efecto del carbon en la fundicion, podemos, pues, deducir que no es el de perturbar las reacciones naturales entre los diferentes compuestos mineralógicos, sino el de ponerlos en condiciones de entrar en reaccion sin destruir las fuerzas de la afinidad.

La causa de que el fierro, siendo mas afin que el cobre con el azufre, no quede unido a este metaloide despues de las reacciones de la fundicion, es que el fierro tiene por el oxígeno mayor afinidad que por el azufre, i, segun la lei del mayor calor producido, deberá oxidarse poniendo en libertad al azufre que se combina entónces con el cobre. Así, pues, entre el sulfuro ferroso i el óxido cuproso se producirá la reaccion siguiente:



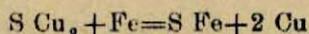
no porque el cobre sea mas afin que el fierro con el azufre, sino porque el fierro es mas afin con el oxígeno del óxido cuproso i porque verificándose la reaccion de esa manera se desarrolla el mayor calor. No se podria así, pues, objetar que el oxígeno, tanto en la reaccion indicada, como en la siguiente, producida en el convertidor



debiera unirse al azufre de fierro o del sulfuro de cobre, ántes que el fierro que se transforma en óxido, ya que la reaccion producida así es la que jenera la mayor cantidad de calor. Esta es aun mayor que la que se puede deducir de las ecuaciones escritas, porque el óxido ferroso formado se combina con la sílice, dando oríjen así a otra fuente productora de enerjía.

Podemos tambien apreciar la diferencia de afinidad química entre el azufre, fierro i cobre, calentando en tubos, al abrigo del aire, mezclas de azufre, fierro i cobre i observaremos que el sulfuro de fierro se forma con suma facilidad i gran desprendimiento de calor, quedando el cobre mucho ménos sulfurado que el fierro. La reaccion entre el azufre i el fierro es notablemente mas exotérmica que la del cobre i azufre.

Diversos fenómenos observables en las operaciones de fundicion i conversion de cobre se esplican tambien con el conocimiento de los esperimentos precedentes. Así es como las planchas de fierro de los *buitrones* (bocas de sangría) i útiles de este metal que se ponen en contacto con los ejes de cobre, se disuelven con tanta rapidez, miéntras que cuando esos útiles son de cobre resisten con mas eficacia a la accion disolvente del eje. Pero el fierro no en su totalidad es disuelto por el eje en forma de sulfuro de fierro, con produccion simultánea de cobre metálico, que queda mezclado con el eje, sino que solo parcialmente se produce esta reaccion, miéntras que gran parte del fierro queda disuelto en estado de tal en el eje fundido. Es probablemente la accion de masa la que impide que la reaccion



sea completa, produciéndose un equilibrio.

Un exámen microscópico de un eje permite observar partículas metálicas de fierro libre, lo que prueba hasta cierto punto que no se forma en la reaccion anterior un sulfuro mas ferrujinoso hasta ahora hipotético, sino que el eje es capaz de mantener en disolucion, a mas del cobre orijinado por la ecuacion anterior, el fierro reducido a este estado por las condiciones del horno o del convertidor. Los ejes mas calientes disuelven mas fierro i cobre que los ejes mas frios, i a esta causa se debe la formacion de chanchos o callos de fierro cuprífero en los antecrisoles de los hornos de fundicion. Observemos tambien que un eje mas ferrujinoso, ménos rico en cobre, tiene mayor capacidad disolvente del fierro i cobre que un eje de mayor lei en cobre. Por eso es que para disolver los callos de un antecrisol, junto con aumentar la temperatura del baño fundido, una disminucion de la riqueza del eje en cobre contribuye a facilitar su disolucion.

F. A. SUNDT,
Injeniero de mina.

