

BOLETIN
DE LA
Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente

Cárlos Besa

Acuña, Guillermo
Aldunate Solar, Cárlos
Blanquier, Juan
Barriga, Cárlos
Elguin, Lorenzo

Directores Honorarios

Cesáreo Aguirre
Cárlos G. Avalos

Gandarillas, Javier
Ghigliotto Salas, Orlando
Koerting, Berthold
Lanas, Cárlos
Lezaeta A., Eleazar

Secretario

OSVALDO MARTÍNEZ C.

Vice-Presidente

José Luis Lecaros

Lira, Alejandro
Malsch, Cárlos
Pinto, Joaquin N.
Yunge, Guillermo

**Recomendaciones hechas al Gobierno de parte del
"Comité de Aprovisionamiento de Nitrato"**

Referentes al Acido Nítrico Sintético, acompañadas de Informes sobre
diferentes procedimientos

(Traducido de «The Journal of Industrial and Engineering Chemistry»
de Setiembre de 1917.)

LA FIJACIÓN DEL NITRÓGENO EN AMÉRICA

La fijación del nitrógeno atmosférico en Estados Unidos, de acuerdo con la suma presupuestada por el Congreso, está en vías de ser pronto una realidad. A continuación damos a conocer, con autorización del Ministro de Guerra, documentos oficiales relacionados con este asunto.

Desde el primer momento, la idea predominante en la mente de las personas a quienes se les ha encomendado la solución de este problema, ha sido la necesidad de que este país se provea de fertilizantes nitrogenados por los métodos más baratos i rápidos posibles. El procurar la indepen-

dencia en la producción de ácido nítrico para la fabricación de municiones estuvo, naturalmente, en primera línea; aunque el desarrollo que ha tomado la guerra durante los últimos doce meses ha hecho imposible la aparición de cualquier peligro en el sentido de una supresión hostil del embarque del salitre de Chile.

La gran ventaja del procedimiento adoptado consiste en que es posible construir una gran fábrica en las inmediaciones de los centros de consumo de abonos, reduciendo así los gastos de transporte a su minimum; al mismo tiempo pueden, si se desea, erijirse una serie de instalaciones menores en cualquier parte del país i que trabajarían de acuerdo con las fábricas que producen esplosivos o que proyectan hacerlo.

Otra ventaja mas es que el producto obtenido se encuentra al estado de amoniaco, el mas valioso de todos los productos para la elaboración de abonos, ya sea en la forma de sulfato o fosfato de amonio. Si se estima conveniente producir el abono al estado de fosfato de amonio, ninguna patente puede impedirlo, puesto que la cláusula 124 de la Ley de Defensa Nacional que trata del «Aprovisionamiento de Nitrato» concede al Gobierno autorizacion para espropiar las patentes necesarias. Sin embargo, hasta ahora no existen motivos para creer que será necesario tomar medidas en este sentido.

Nos es grato manifestar a la «General Chemical Company», i en especial al Presidente de su Comité Ejecutivo, nuestro sincero aprecio por su patriótica actitud al proporcionar a la nacion su procedimiento para la fijacion del Nitrógeno atmosférico i por medio del cual se puede producir amoniaco a un precio inferior que con el famoso procedimiento aleman Haber. El Gobierno puede emplear este procedimiento sin necesidad de abonar nada, escepto para la fabricación de fertilizantes en que se exige un derecho que equivale a una pequeña fraccion de aquel que se hubiera pedido por cualquiera de los otros procedimientos comerciales para la fijacion del Nitrógeno atmosférico. Nuestras mas efusivas congratulaciones a los hábiles ingenieros químicos de la «General Chemical Company» cuya sobresaliente obra científica ha sabido vencer todas las dificultades.

Igual cosa podemos decir respecto a la actitud de la «Nitrogen Products Company» cuyo presidente, señor Edward E. Arnold, ofreció su procedimiento con el mismo espíritu patriótico i en las mismas condiciones que la «General Chemical Company», pero que por el momento no se puede aprovechar comercialmente.—*El Editor.*

RELACION SOBRE LAS JESTIONES I ESTUDIOS PRACTICADOS CON REFERENCIA
A LA FIJACION DEL NITRÓJENO ATMOSFÉRICO

Correspondiente a la cláusula 124, «Aprovisionamiento de Nitrato», del Acta del Congreso aprobada el 3 de Junio de 1916, conocida con el nombre de «Acta de Defensa Nacional».

Division T. Oficina de Artillería. Departamento de Guerra.

Agosto 21 de 1917.

El Acta de Defensa Nacional en su cláusula 124, considerando la necesidad de abastecerse de materias nitrogenadas, autoriza al Presidente de la República para que ordene practicar todas las investigaciones que, a su juicio, sean necesarias para determinar los mejores i mas baratos medios para obtener la produccion de nitratos i otros menesteres para municiones de guerra i, a la vez útiles en la elaboracion de fertilizantes i otros elementos necesarios, empleando para ello la fuerza hidráulica o cualquier otra fuerza barata i conveniente. Que designe aquellos sitios donde existe fuerza hidráulica—para el uso exclusivo de Estados Unidos—donde, en su opinion—haya necesidad de construir represas, etc., o sea menester emplear otros medios distintos a la fuerza hidráulica que, a su juicio, sean mas baratos i prácticos para enjendrar fuerza i producir nitratos como se indica mas arriba. Igualmente que adquiera, por medio de espropiacion, o cualquier otro medio, tierras, derechos de servidumbre, materiales, minerales i procedimientos patentados o que gocen de cualquier otro privilegio. Se estipuló en esta Acta que «los productos obtenidos en estas usinas debian ser utilizados por el Presidente para fines militares i navales hasta el punto que él considere necesario i el escedente que él determine sea vendido o distribuido en la forma que él disponga».

En vista de estas disposiciones de la lei, el primer paso que habia de dar era practicar una investigacion con el fin de determinar los mejores, mas baratos, mas económicos i mas ventajosos medios para la produccion de las deseadas materias nitrogenadas o «nitratos».

Teniendo en vista este fin, el Presidente de la Academia Nacional de Ciencias, en colaboracion con la «American Chemical Society» i a solicitud del Secretario de Guerra, designó un Comité formado por los siguientes hombres de ciencia e injenieros:

Presidente, señor Arthur Noyes i los señores Charles H. Herty, Theodore W. Richards, Leo H. Backeland, Warren K. Lewis, Elihu Thompson, Gano Dunn, Michael I. Pupin, Willis R. Whitney.

Ademas de las investigaciones de este Comité se designaron agentes

especiales, para que adquirieran todas las demas informaciones posibles. Estos agentes tenian acceso a ciertas fuentes de informacion privadas donde tomaban datos influyendo informes detallados del costo de diversos procedimientos nacionales i europeos, datos que han sido mui ilustrativos, pero que no pueden darse a la publicidad debido a las condiciones i a los lugares mismos donde estos datos han sido obtenidos.

Uno de estos agentes fué el señor Eysten Berg que visitó Europa i presentó un informe. Otro agente fué el señor Dr. Charles L. Parsons, químico jefe de la Direccion de Minas del Departamento del Interior, quien en el curso de sus investigaciones, visitó las afamadas fábricas de Italia, Francia, Inglaterra, Noruega i Suecia, a fines de 1916, i pudo por tal motivo proporcionar con sus informes un valioso resúmen i comparaciones de los últimos adelantos, como tambien de las condiciones actuales de la Industria de la fijacion del nitrógeno tanto en nuestro país como en Europa. Estos informes estan acompañados de estadísticas detalladas de carácter confidencial.

En sus informes el Dr. Parsons hizo especial mencion del rápido desarrollo en los Estados Unidos de los procedimientos para la síntesis directa del amoníaco con el Nitrógeno e Hidrógeno, por medio de la formacion de cianuros como producto intermediario i de la oxidacion del amoníaco en ácido nítrico. Llamó la atencion sobre el procedimiento desarrollado por la «General Chemical Company» para la síntesis del amoníaco, usando la combinacion directa del nitrógeno e hidrógenos a presiones mas bajas que las que contemplan las patentes anteriores de Haber. Llamó la atencion, ademas, sobre el hecho que los procedimientos han sido empleados con éxito en vastos esperimentos i que la unidad así utilizada era mayor que cualquiera de las que probablemente estan en uso en Alemania. El señor Parsons demostró que la compañía americana ha desarrollado i puesto en práctica a base comercial un método de producir la mezcla de Nitrógeno e Hidrógeno requerida para la síntesis del amoníaco a un precio inferior a cualquiera de los obtenidos hasta ahora dentro del país i probablemente en Alemania, i que dicha Compañía ha progresado hasta el punto que ya tiene en trabajo los planos para construir una fábrica que explotará comercialmente dicho procedimiento. El señor Parsons ha obtenido de la «General Chemical Company» una propuesta en que dicha Compañía accede conceder al Gobierno de los Estados Unidos el uso de sus procedimientos i los planos de sus maquinarias para la síntesis del amoníaco i para la oxidacion del mismo en ácido nítrico en las condiciones siguientes i que son bastante liberales: no percibir remuneracion alguna por los productos que sean destinados a la fabricacion de pertrechos bélicos i un derecho sobre los productos empleados como abonos.

Los informes del señor Parsons tambien contienen un resúmen de los

recientes desarrollos obtenidos en el procedimiento del Cianuro i una exposicion confidencial de la «Nitrogen Products Company» i de los costos estimados de dicho procedimiento, como así mismo una oferta para el empleo sin restriccion de las patentes respectivas, sin compensacion, tratándose de la fabricacion de elementos de guerra, i un derecho que asciende a 5 dólares por tonelada de Nitrógeno fijado para la produccion de abonos.

Tambien pudo informar que ha sido erijida una pequeña fábrica para la oxidacion del amoniaco en ácido nítrico, gracias a un convenio cooperativo entre el «Bureau of Mines» i la «Semet-Solvay Co.», cuya fábrica está progresando continuamente. Tambien ha manifestado que está en actividad un plantel espermental de la «General Chemical Company» que ha hecho estudios que demuestran que en nuestro pais se están haciendo progresos satisfactorios hácia la solucion de las dificultades que encierran la construccion i el funcionamiento de una fábrica de gran produccion.

Finalmente el señor Parsons opina que los procedimientos que emplean mucha fuerza motriz serán eliminados en este pais por estos mas modernos, que comparativamente requieren poca fuerza motriz i recomienda que el Gobierno construya una fábrica de dimensiones moderadas para la produccion del amoniaco sintético i practique activamente esperimentos con respecto al procedimiento del Cianuro.

El Secretario de Guerra designó un «Comité de Abastecimiento de Salitre» (Committee on Nitrate Supply) que, estudiando todos los datos recolectados por los distintos ajentes, se pronuncie sobre la mejor manera de proceder. Este Comité está compuesto de los siguientes señores:

Brigadier, William Crozier, Director Jeneral de Artillería de la Armada de Estados Unidos, Ministerio de Guerra.

Contra-Almirante, Ralph Earle, Jefe de la Direccion de Artillería, Ministerio de Marina.

Jeneral de Brigada, William M. Black, Injeniero en Jefe de la Armada de Estados Unidos, Ministerio de Marina.

Señor F. W. Brown, Departamento de Tierras, Ministerio de Agricultura.

Dr. Leo H. Baekeland, Yonkers, N. Y.

Señor Gano Dunn, Exchange Place 43, Nueva York.

Dr. Charles H. Herty, 35 East 41 st. Street, Nueva York.

Dr. Williams F. Hillebrand, Departamento de Patentes, Ministerio de Comercio.

Dr. Arthur A. Noyes, Instituto de Tecnología, Boston, Mass.

Dr. Charles L. Parsons, Departamento de Minas, Ministerio del Interior.

Dr. Willis R. Withney, Schenectady, N. Y.

Este Comité estudió detenidamente todas las informaciones obteni-

das i pasó en debida forma los diversos puntos consignados en el Acta, llegando a las siguientes conclusiones:

1.^a Que el Gobierno gestione con la «General Chemical Company» la adquisicion de los derechos de usar sus procedimientos para la fabricacion del amoníaco sintético.

2.^a Que en el evento de un resultado satisfactorio de tales negociaciones, se debe destinar una suma que se calcula en mas o ménos \$ 3 000 000 —de los \$ 20 000 000 aprobados por el Congreso— para la construccion de una fábrica con el objeto de producir por medio de este procedimiento alrededor de 60 000 libras de amoníaco en 24 horas. El sitio preferible para tal instalacion estaria al Sud-Oeste de Virginia.

3.^a Que de la misma cantidad votada por el Congreso se distraigan \$ 600 000 o mas si fuere necesario, para la construccion de una fábrica que produzca por oxidacion del amoníaco, mas o ménos el equivalente de 24 000 libras de ácido nítrico de 100 por ciento en 24 horas.

4.^a Que el Ministerio de Guerra inicie tan pronto como le sea posible la construccion de la fábrica de oxidacion i lleve a cabo igualmente la construccion de una fábrica para la produccion del amoníaco sintético, siempre que llegue a conclusiones satisfactorias con la «General Chemical Company».

5.^a Que el Gobierno gestione con la «Nitrogen Products Company» un contrato que tenga por objeto la obtencion del derecho de emplear las patentes de dicha Compañía i que proceda a efectuar experimentos que tengan por fin el desarrollo industrial del procedimiento Bucher para la obtencion del amoníaco por medio del Cianuro i, dado el caso de un arreglo conveniente, como en el caso anterior, se destine una suma que no exceda de \$ 200 000 de la cantidad asignada al Aprovechamiento de Nitrato.

6.^a Que de los \$ 20 000 000 se destinen \$ 100 000 para llevar a cabo activas investigaciones de los procedimientos para la produccion industrial de compuestos nitrogenados útiles para la fabricacion de explosivos o fertilizantes. Estos trabajos deben ser supervijilados por el Ministerio de Guerra.

7.^a Que con el objeto de aumentar la produccion de amoníaco i tolueno, el Gobierno debe estimular la instalacion de hornos de coque para el aprovechamiento de los sub-productos, dando preferencia al trasporte de los materiales i demas elementos necesarios para esta produccion.

8.^a Que no se lleve a efecto el acuerdo de aumentar las instalaciones de procedimientos de fijacion atmosférica i de fuerzas hidráulicas, hasta que las fábricas anteriormente recomendadas estén en trabajo o hasta que nuevas necesidades se presenten.

9.^a Que no obstante envolver las recomendaciones anteriores todas aquellas medidas que habrán de conducir a la fijacion del amoníaco, opina el Comité que es de urgente necesidad la inmediata acumulacion i perma-

nente existencia de una cantidad no menor de 500 000 toneladas de salitre de Chile.

Habiendo encontrado plena aceptación el informe anterior, el Ministro de la Guerra se ha dirigido al Director Jeneral de Artillería en el sentido de que realice las seis primeras recomendaciones del Comité de Aprovisionamiento de Nitratos i ha notificado que por ahora sería suspendida la determinación de llevar a cabo el establecimiento de grandes instalaciones de fuerza hidráulica que ya había sido recomendada por la Cámara Interdepartamental (Secretarios Baker, Lane i Houston), designada por el Presidente.

La parte mas sobresaliente de este programa de trabajo consiste en la instalación de una fábrica para la elaboración del amoníaco sintético por medio del proceso de la «General Chemical Company» desarrollado ya por el Ingeniero Federico de Jahn en una escala suficiente para demostrar su practicabilidad i que indica que es capaz de producir amoníaco a un precio mui favorable. En efecto, este método es entre todos los demas que en el curso de las investigaciones del Comité han sido estudiados, el mejor i mas económico i el que mas esperanzas da en orden a independizarse de los nitratos estranjeros para la defensa nacional i que promete, a la vez, reducir el costo de los abonos nitrogenados. Además, este procedimiento puede ponerse en práctica en un tiempo mucho mas reducido que cualquier otro, pues no necesita una fuerza hidráulica tan considerable como los demas. Como producto primario da amoníaco que puede utilizarse directamente como constituyente de un abono o que puede convertirse en sulfato de amonio o fosfato de amonio del mismo modo que cualquier otro amoníaco obtenido de distinta manera. Los procedimientos para tal conversión son bastante conocidos i parecen no necesitar en este caso particular de modificaciones. Se espera que el costo del amoníaco sea bastante reducido i no aumentará en manera alguna cuando se le emplee en la fabricación de explosivos, ya que no se abonará derecho alguno por su utilización, dado el convenio celebrado con la «General Chemical Company». Dicho convenio estipula que utilizándose el amoníaco para la fabricación de fertilizantes se abonará un derecho de cinco dólares por tonelada de 2 000 libras de cualquier forma de nitrógeno fijado que sea. Gracias a este convenio en extremo liberal, el costo de producción del nitrógeno contenido en el fertilizante aumentará mui poco. Se calcula este aumento en mas o ménos 25 centavos por tonelada del abono misto corriente. Se espera celebrar con la «Nitrogen Products Company» un convenio bajo bases igualmente tan liberales para utilizar los procedimientos que ha ofrecido dicha Compañía. De este modo parece que el Presidente no tiene necesidad de hacer valer los derechos que le otorga la lei para espropiar privilejios sobre los procedimientos necesarios, puesto que todos aquellos que se han necesitado han sido cedidos en condiciones liberales.

El Departamento de Artillería Naval está procediendo con toda la actividad posible para llevar a efecto su cometido, para cuyo fin ha contratado para la «General Chemical Company», a precio costo, las maquinarias para una gran fábrica que dicha Compañía tiene destinadas para su propio uso, habiendo ganado así el tiempo que se hubiera gastado en su construcción i aprovechado precios favorables. La renombrada casa de construcciones de ingeniería, J. G. White Engineering Corporation, ha sido la encargada de llevar a efecto el resto de la obra de ingeniería. Los planos de las maquinarias estan en su parte esencial, completos, i aquellos de los edificios mui avanzados, gracias al trabajo previo de los ingenieros de la «General Chemical Company». Todas estas circunstancias del presente justifican la razon para esperar que, no obstante las extremas dificultades i desembolsos que acarrea en la actualidad la construcción de una gran obra, ésta no se dilatará inútilmente.

La construcción de la fábrica de oxidación que requiere ménos trabajo ha sido postergada por ahora con el objeto de sacar el mayor provecho posible del importante trabajo espermental llevado a cabo por la «General Chemical Company», la «Semet-Solvay Company» i el Ministerio de Minas.

ACTUACION DEL COMITÉ DE ABASTECIMIENTO DE NITRATOS

Washington, D. C. Mayo II de 1917.

El Comité de Abastecimiento de Nitrato, constituido por los siguientes miembros:

Brigadier, William Crozier, Director Jeneral de Artillería de la Armada de Estados Unidos, Ministerio de la Guerra.

Contra-Almirante, Ralph Earle, Jefe de la Direccion de Artillería, Ministerio de la Marina.

Jeneral de Brigada, William M. Black, Ingeniero en Jefe de la Armada de los Estados Unidos, Ministerio de Guerra.

Señor F. W. Brown, Departamento de Tierras, Ministerio de Agricultura.

Doctor Leo H. Baekeland, Yonkers, N. Y.

Señor Gano Dunn, Exchange Place 43, Nueva York.

Doctor Charles H. Herty, 35 East 41 st. Street, Nueva York.

Doctor William F. Hillebrand, Departamento de Patentes, Ministerio del Comercio.

Doctor Arthur A. Noyes, Instituto de Tecnología, Boston, Mass.

Doctor Charles L. Parsons, Departamento de Minas, Ministerio de Interior.

Doctor Williams E. Whyney, Schenectady, Nueva York.

i que fué designado por el Ministro de la Guerra para suceder i continuar

la obra del Comité anterior, el que a su vez, fué nombrado a solicitud del Ministerio de la Guerra por la Academia Nacional de Ciencias, se reunió a las 10 A. M. por citacion del Jeneral Crozier.

Asistieron todos los miembros a escepcion del Jeneral Blak que fué representado ante el Comité por el Coronel Charles Keller del Cuerpo de Ingenieros. Presidió la sesion el Jeneral Crozier, sin derecho a voto, i ademas asistió a ella el Coronel C. B. Wheeler, del Departamento de Artillería, quien tomó parte en sus deliberaciones.

La autorizacion tenida por el Jeneral Crozier de citar al Comité a esta sesion i el móvil de dicha citacion está esplicada en la siguiente carta del Secretario de Guerra.

Washington, Abril 14 de 1917.

Ministerio de la Guerra.

Señor Brigadier William Crozier,
Comandante Jeneral de Artillería de la Armada,
Miembro del Comité de Abastecimiento de Nitrato.

Señor: Refiriéndome a mi carta de fecha 9 de Marzo próximo pasado en que comunico a Ud. su nombramiento como miembro del Comité de Abastecimiento de Nitrato, ruego a Ud. se sirva citar a sesion al Comité en tiempo oportuno para tratar de un asunto de necesidad i se sirva comunicarle lo que paso a esponer: El Comité debe reunirse a la brevedad posible con el objeto de deliberar acerca de los informes i recomendaciones referentes al procedimiento que debe adoptarse para la fabricacion de nitratos, teniendo en mira la posibilidad de armonizar sus distintos aspectos para llegar a una conclusion respecto a la mayor parte de dichas recomendaciones.

Quedo de Ud. atento i S. S.

(Firmado): NEWTON D. BARKER, Ministro de Guerra.

Despues de una esposicion preliminar del Presidente del Comité, éste pasó a ocuparse del punto principal i tomó en consideracion informes i recomendaciones anteriores referentes al procedimiento que debía adoptarse para la fabricacion de nitratos. Estos informes fueron los siguientes:

1.º Informe sobre el abastecimiento de Nitrato presentado al Secretario de Guerra por el Comité de Abastecimiento de Nitrato de la Academia Nacional de Ciencias i el Consejo de Investigaciones, de fecha 20 de Enero de 1917.

2.º Informe preliminar presentado al Departamento de Artillería del

Ministerio de Guerra, por el señor Charles L. Parsons, Ingeniero químico del Departamento de Minas del Ministerio del Interior, con fecha 27 de Enero de 1917, acerca de la industria del nitrógeno, acompañado de recomendaciones referentes a los métodos que deben utilizarse por el Gobierno de los Estados Unidos para procurar el ácido nítrico necesario para la fabricación de municiones para los Departamentos de Guerra i Marina. (Véase este capítulo).

3.º Informe sobre la industria del nitrógeno, por Eysten Berg, C. E., de fecha 15 de Enero de 1917.

4.º Informe sobre la industria del nitrógeno, por Charles L. Parsons, Químico en Jefe del Departamento de Minas, Ministerio del Interior, fechado el 30 de Abril de 1917. Este informe incluye una oferta de la «General Chemical Company» concediendo al Gobierno, bajo ciertas condiciones, el derecho de utilizar su procedimiento para la producción del amoníaco sintético, etc., e igualmente otra oferta de la «Nitrogen Products Company» que concede también al Gobierno, bajo ciertas condiciones, el derecho de utilizar el llamado procedimiento Bucher para la producción de cianuro de potasio i amoníaco. (Véase el capítulo respectivo).

Después de estudiar detenidamente todos los datos e informaciones en poder del Comité, éste se pronunció como sigue:

El Comité apreciando debidamente el ofrecimiento de la «General Chemical Company», recomienda:

1.º Que el Gobierno inicie negociaciones para adquirir los derechos del uso del procedimiento de dicha Compañía para la elaboración del amoníaco sintético.

2.º Que, dado el caso de un arreglo satisfactorio con la «General Chemical Company», se ponga a disposición del Ministerio de Guerra una cantidad que por ahora se estima en 3 000 000 de dólares de los 20 millones votados para el aprovisionamiento de nitrato, para que sean destinados a la construcción de una fábrica de amoníaco sintético, utilizando para ello el procedimiento de dicha Compañía, i con una capacidad de producción de 60 000 libras de amoníaco en 24 horas. Dicha fábrica debe instalarse en un sitio donde sea posible adquirir a un bajo precio el terreno, agua, carbon i ácido sulfúrico; donde existan facilidades de transporte i donde la nueva fábrica de explosivos del Gobierno pueda también debidamente instalarse. Según la opinión del Comité, todas las condiciones enumeradas mas arriba quedarían de la mejor manera satisfechas situando dicha fábrica al Sur-Oeste de Virginia o en la región contigua.

3.º Que los 20 millones votados para el aprovisionamiento de nitrato, se ponga a disposición del Ministerio de Guerra una cantidad que se calcula por ahora en 600 mil dólares, o mas si fuera necesario, para que se destinen a instalar una fábrica de oxidación del amoníaco en ácido nítrico,

capaz de producir 24 000 libras de ácido nítrico de cien por ciento en 24 horas. Dicha fábrica debe localizarse vecina a la que producirá el amoníaco sintético i a la fábrica de explosivos que el Gobierno tiene en proyecto instalar.

4.º Que el Ministerio de Guerra inicie a la brevedad posible la construcción de la fábrica de oxidación i en caso de un arreglo satisfactorio con la «General Chemical Company» inicie también la construcción de la del amoníaco sintético, i que el Gobierno imparta las órdenes necesarias que aseguren la pronta entrega del material i la rápida construcción de los edificios i maquinarias que requieren estas fábricas.

El Comité, tomando en consideración la oferta de la «Nitrogen Products Company» que ofrece al Gobierno bajo ciertas condiciones los derechos de utilizar el llamado procedimiento de Bucher para la producción de cianuro de sodio i amoníaco, recomienda:

5.º Que se haga un contrato pro-forma con la «Nitrogen Products Company», asesorado por las autoridades jurídicas del Gobierno, el que estipulará no conceder a esta Compañía garantías o derechos de exclusividad en el procedimiento, ni tampoco sobre el futuro desarrollado de éste, que se extiende mas allá de los privilegios que ya tienen sus propias patentes. Que se proceda inmediatamente a hacer experimentos con el objeto de estudiar el desarrollo industrial del procedimiento Bucher para la producción de amoníaco. Además que se asigne con este objeto una suma que no exceda de 200 000 dólares de los 20 millones votados, siempre que se llegue a un convenio satisfactorio con la «Nitrogen Products Company». I que, en el supuesto de llegar a un arreglo con la firma ántes citada, se deduzca una suma que no exceda de 200 000 dólares de los veinte millones presupuestados para el aprovisionamiento de nitrato.

6.º Que se deduzcan 100 000 dólares de los veinte millones referidos, en órden a activar la prosecución de las investigaciones sobre procedimientos para la producción industrial de compuestos nitrogenados i que dichas investigaciones sean dirigidas i supervijiladas por el Ministerio de Guerra.

7.º De que, en órden a aumentar la producción de amoníaco i tolueno, el Gobierno promueva el establecimiento de hornos de coque para el aprovisionamiento de los sub-productos, dando preferencia al transporte de los materiales i demas elementos necesarios para la elaboración de dichas materias.

8.º Que se postergue la realización del acuerdo tendiente a ensanchar las instalaciones de los procedimientos de fijación atmosférica i fuerzas hidráulicas, hasta que las fábricas propuestas estén en trabajo o hasta que nuevas necesidades se presenten.

9.º Que no obstante el envolver las recomendaciones anteriores, todas

aquellas medidas que habrán de conducir a la fijacion del amoniaco, opina el Comité que es de urgente necesidad la inmediata acumulacion i permanente existencia de una cantidad de salitre de Chile no menor de 500 000 toneladas.

No habiendo otro asunto de que tratar, se levantó la sesion a las 6.15 P. M.

William Crozier, Presidente.

Brigadier Jeneral, Director de Artillería.

Ralph Earle	Charles Keller,
C. Almirante, Dir. de Artillería.	Coronel, del cuerpo de ingenieros
F. W. Brown.	Wm. F. Hillebrand.
Leo H. Backeland.	Arthur A. Noyes.
Gano Dunn.	Cabr. L. Parsons.
Charles H. Herty.	Willis R. Whyney.

INFORME PRELIMINAR DE LA DIRECCION JENERAL DE ARTILLERIA DEL MINISTERIO DE LA GUERRA SOBRE LA INDUSTRIA DEL NITRÓJENO, INDICANDO LOS MÉTODOS QUE DEBE USAR EL GOBIERNO DE LOS ESTADOS UNIDOS PARA PROCURARSE EL ÁCIDO NÍTRICO QUE NECESITA EL MINISTERIO DE GUERRA I MARINA (I).

Por Charles L. Parsons, Químico en Jefe.

Departamento de Minas, Ministerio del Interior, Enero 27 de 1917.

BRIGADIER JENERAL, Williams Crozier,
Director Jeneral de Artillería, Ministerio de Guerra.

Señor: Desde la fecha de mi carta, 6 de Junio de 1915, en donde manifesté a Ud. la opinion personal que me merecia la situacion del Nitrato, basada en aquel entónces sobre conocimientos incompletos, he practicado un cuidadoso estudio de los procesos adoptados en todo el mundo para la produccion de ácido nítrico. En este sentido i siguiendo las instrucciones del Ministerio de la Guerra, he visitado Italia, Francia, Inglaterra, Noruega i Suecia, paises en donde tuve ocasion de conocer la mayor parte de las fábricas productoras de ácido nítrico. En los mismos paises tuve conferencias con los principales ingenieros i en las cuales consideramos el problema a que me refero. Necesitaré todavía algunas semanas para completar mi

(1) Se han omitido todos los datos confidenciales incluso costos de produccion.

informe que habrá de envolver todos los detalles sobre los costos estimados de producción que tienen los diferentes procedimientos que hoy en día se aplican i que pueden utilizarse por el Gobierno de los Estados Unidos; pero, sin embargo, habiendo llegado a mi conocimiento la mayor parte de dichos detalles, puede garantizar mis conclusiones con respecto a los métodos que deberán seguirse.

Las conclusiones están basadas, según sus instrucciones, sobre el máximo de ácido nítrico que necesita el Gobierno de los Estados Unidos para la fabricación de municiones, o sea, de

20 000 toneladas de ácido nítrico en tiempo de paz, i de
180 000 » » » » » guerra.

Con estas cantidades como máximo i con una suficiente existencia de Nitrato para satisfacer durante seis meses o un año las necesidades del Gobierno, éste no tendrá que hacer frente a ningún problema de urgente solución. El aumento en la producción del amoníaco proveniente de los hornos de coque i recuperación por medio de la oxidación en ácido nítrico, ha sido desde 1915 más que suficiente para satisfacer todas aquellas necesidades. La oxidación del amoníaco, incluyendo la de la destilación del carbon, no presenta graves dificultades, i dado el caso que ello sea necesario, pueden rápidamente instalarse las fábricas necesarias para satisfacer los pedidos del Gobierno, si se sigue el ejemplo de Alemania, cuando se le presentó la pronta solución de este problema. Al proceder a aquellas instalaciones, habrá necesariamente que adoptar procedimientos todavía no bastante perfeccionados, como ser los que se refieren a la poca eficiencia de la oxidación i absorción de los óxidos nitrosos en lejía de soda; sin embargo, tales procedimientos i no obstante sus defectos, habrán de proporcionar el país el ácido nítrico que necesita.

Considero que entre los métodos que a continuación detallo, se encuentra el llamado a estudiarse por el Gobierno para conseguir el nitrato que necesita.

Fuera de los métodos a que me refiero, se proponen otros—aparte de modificaciones de procedimientos—i se da cuenta de investigaciones que se están siguiendo, aunque estos últimos no han dado resultados prácticos en el laboro industrial o no están suficientemente experimentados para garantizar su éxito en este primer experimento que el Gobierno hace. Algunos de ellos podrán perfeccionarse en el futuro i en este sentido es de manifiesta conveniencia continuar—bajo los auspicios del Gobierno—las investigaciones que tiendan a conseguir su éxito final.

Los siguientes son los métodos a que me he referido:

1.º El ácido nítrico puede obtenerse directamente del aire sin necesidad de ninguna materia prima, escepto la contenida por medio de la combustion directa del nitrógeno i oxígeno de la atmósfera en el arco voltaico.

2.º El ácido nítrico puede obtenerse por medio de la oxidacion del amoníaco.

Los procedimientos que deben considerarse son:

1.º Procedimiento del arco, por el cual el nitrógeno i el oxígeno se convierten directamente en óxido nitroso por medio de la combustion en el arco voltaico.

2.º Procedimiento Haber, por el cual el nitrógeno e hidrógeno se combinan directamente para formar amoníaco.

3.º Procedimiento de la Cianámida por el cual el carbon i la cal se calientan en un horno eléctrico para formar carburo de calcio. En seguida se trata el carburo con nitrógeno puro para formar cianámida, la que a su vez es hidratada por medio del vapor en autoclaves especiales para producir amoníaco.

4.º Amoníaco como sub-producto es obtenido en los llamados hornos de coke por medio de la destilacion del carbon bituminoso.

5.º Procedimiento del cianuro que no está por el momento suficientemente perfeccionado para industrializarlo, pero que promete mucho en el sentido de obtener un nitrógeno combinado de poco costo. Este proceso comprende la combinacion directa del carbon, nitrógeno i soda para formar cianuro de soda, calentando íntimamente una mezcla de carbon con cenizas sódicas i nitrógeno en presencia de limadura de hierro.

Todos estos procedimientos para la produccion de amoníaco encierran ademas la oxidacion de éste para convertirlo en ácido nítrico. El amoníaco puede oxidarse por medio del platino calentado (sea eléctricamente o de otro modo), poniendo en contacto una superficie tan grande como sea posible de dicho metal calentado al rojo en contacto directo con la mezcla de aire i amoníaco. En estas condiciones el nitrógeno i el amoníaco se convierten en óxido nitroso. Los métodos que hai que tomar en cuenta para la oxidacion del amoníaco son:

1.º Método OSTWALD BARTON, usado ahora en Francia e Inglaterra i probablemente en Alemania.

2.º Método FRANK i CARO, produciendo 100 000 toneladas de ácido nítrico concentrado en Alemania e instalado experimentalmente con modificaciones en dos pequeñas fábricas en Estados Unidos.

3.º La oxidacion en solucion de amoníaco o diciandiámida a nitrato de amonio, como ahora sólo experimentalmente se ha conseguido en una fábrica en Suecia, pero en camino a ser comercialmente instalada en dos fábricas: una cerca de Goteborg, Suecia, i la otra, cerca de Berlin, Alemania.

EL PROCEDIMIENTO DEL ARCO

El procedimiento del arco fué el primero de los perfeccionados para efectuar la fijacion del nitrógeno. En la actualidad se aplica en el sur de Noruega en donde se utilizan 250 mil kilowats de electricidad sacada de la instalacion hidro-eléctrica mas grande i mas económica del mundo. Esta es la única instalacion grande del procedimiento del arco i sólo pequeñas instalaciones experimentales se han hecho en otros países.

Por medio de este procedimiento se produce el ácido nítrico de la directa combinacion del oxígeno i el nitrógeno del aire para formar una diluida mezcla gaseosa de óxido nitroso con aire. El óxido nitroso es convertido en bióxido nitroso para ser absorbido por el agua que contienen inmensas torres de granito, formando, por último, ácido nítrico. El método es uno de los ménos eficientes conocidos respecto a su produccion en relacion a la fuerza consumida. No obstante i gracias al bajo costo del caballo de fuerza que se obtiene en Noruega i a que la materia prima no vale nada, se produce allí el ácido nítrico a un costo menor que por medio de cualquier otro procedimiento que hasta hoy haya sido industrializado.

La produccion de ácido nítrico produce incidentalmente un gran exceso de fuerza calórica que se usa para producir vapor, el que a su vez se destina para la concentracion del ácido nítrico débil obtenido en las torres de absorcion. Este ácido así concentrado se agrega al ácido de gran poder que requiere la fabricacion de municiones. El exceso de aquella fuerza es tan grande que se proyecta utilizarla en otras aplicaciones. Fuera de esta ventaja, existe la otra de que siendo económica la mano de obra, las operaciones una vez comenzadas pueden seguir casi automáticamente. Además, como la formacion del ácido nítrico es directa, comprendiendo como materias primas el oxígeno del aire i el agua solamente, no es necesaria la adopcion de procedimientos complicados, como son los que entrañan la utilizacion de productos intermediarios, adopcion esta última que es obligatoria en casi todos los demas procedimientos.

Sin embargo i a pesar de estas manifiestas ventajas, parece ser la idea jeneral de los ingenieros europeos con quienes tuve ocasion de conversar, que no obstante el bajo costo del caballo de fuerza de que gozan las fábricas noruegas, éstas hubiéranse visto obligadas a disminuir su produccion si no hubieran recibido los estimulantes que les ha proporcionado la guerra europea. I no obstante aquel estímulo, la Norsk Hydro Company que trabaja las fábricas del procedimiento del arco voltaico en Notodden i Rjukan, se ha visto obligada a instalar grandes factorías para la produccion de amoníaco i así convertir el ácido nítrico que este producto con-

tiene, en nitrato de amonio, consiguiendo de esta manera hacerlo trasportable hasta los mercados en que se necesita.

El costo del caballo de fuerza usado para la produccion del ácido nítrico en Noruega es ménos de cinco dólares por caballo de fuerza por año. Los mejores cálculos en mi poder indican que al costo de 10 dólares por caballo de fuerza por año, el ácido nítrico valdria en la fábrica tan barato como el producido por cualquier otro método hoy en práctica. Sin embargo, lo económico que resulta la produccion de este ácido por medio del proceso del arco, tiene ella tantas desventajas que, en mi opinion, el procedimiento es absolutamente inaplicable para su uso por el Gobierno de los Estados Unidos. Esta opinion parece que la comparten todas aquellas personas que han estudiado cuidadosamente el asunto. Instalar el procedimiento del arco voltaico importa una fuerte inversion de dinero i ademas envuelve el uso de una fuerza hidráulica que posiblemente no se encuentre en los Estados Unidos en aquellas partes donde dicho ácido habrá de ser usado.

El transporte del ácido nítrico no es económico por cuanto sólo se puede trasportar en caso de estar disponibles carros estanques fabricados de aluminio. Ahora bien, este metal presenta, fuera de su subido precio, desventajas que no lo hacen conveniente para dedicarlo a aquel transporte. Tambien se puede trasportar este producto mezclándolo con ácido sulfúrico en carros estanques de fierro; pero este método obliga la instalacion de grandes fábricas de ácido sulfúrico al lado de las de ácido nítrico, fuera de que implica tambien un gran aumento en el precio de los fletes. El valor de estos últimos en lo que se refiere a la manera de trasportar el ácido nítrico siempre tendrá que ser elevado, por el peligro que encierra su acarreo.

El ácido nítrico no se presta directamente para formar un producto fertilizante, pero mezclándolo con cal para formar nitrato de cal o con amoniaco para formar nitrato de amoniaco, puede ser usado con aquel fin. En ámbos casos su transporte no presenta peligros. Sin embargo, el nitrato de cal o el nitrato de amonio no son aplicables a la fabricacion de fertilizantes mezclados que son los que demandan los hacendados americanos.

La mayor dificultad a que han tenido que hacer frente las fábricas noruegas desde su instalacion, es decir, el encontrar un mercado para sus productos, tendrá que ser en tiempos de paz, un serio obstáculo para la prosperidad de una gran instalacion norte-americana para el uso del procedimiento del arco voltaico. Una fábrica que adopte este procedimiento, tendrá que usar, en el mejor de los casos, 2,33 caballo de fuerza por año i por tonelada para poder elaborar ácido nítrico poco concentrado. Esto significa de que es necesario en tiempos de paz una instalacion hidráulica de por lo ménos 50 000 caballos de fuerza i de 440 000 en tiempos de guerra. Estas cifras son mínimas i basadas en la eficiencia relativamente su-

bida que se obtiene en Europa (Noruega). El Gobierno no debe considerar ningun proyecto de instalacion que no contemple ménos de 75 000 caballos de fuerza en tiempos de paz i de 550 000 en tiempos de guerra. Ahora bien, si el procedimiento del arco llegase a adoptarse, será conveniente instalar la produccion de esplosivos cerca de donde esté localizada la elaboracion del procedimiento del arco. Esto, naturalmente, habrá de envolver el transporte de todos los materiales que se necesitan, como el benzol, tolueno, alcohol, aceton, glicerina, ácido sulfúrico, algodón i muchos otros que seria largo enumerar, a la fábrica donde habrá de producirse los esplosivos, los que a su vez tendrán que ser enviados a los mercados de consumo. Como todas estas materias son sumamente inflamables i como casi todas tienen que pagar subidas sumas por su transporte, en todos los países se ha considerado conveniente instalar las fábricas para la produccion de municiones cerca de los lugares donde éstas sean consumidas.

Una fábrica que adopte el procedimiento del arco i que sea lo suficientemente grande para satisfacer las necesidades del Gobierno en tiempos de guerra, tendrá que permanecer durante la paz, la mayor parte del tiempo paralizada, debido a la dificultad de utilizar el ácido nítrico que aquella fábrica produzca. Además, considerando la gran cantidad de caballos de fuerza que se necesita i la consecuente amplitud de una fábrica de esta naturaleza, que habria de necesitar torres de absorcion de gran capacidad, el costo de una instalacion tal para que pudiera satisfacer las necesidades del Gobierno en tiempos de guerra, seria varias veces la cantidad acordada para tal objeto por el Congreso.

VENTAJAS

1.º Bajo costo del ácido nítrico (no significando que sea la forma mas económica de nitrógeno combinado para utilizarlo como fertilizante) si la fuerza hidráulica pudiera obtenerse por lo ménos a diez dólares por caballo de fuerza por año i siempre que dicha fuerza pueda usarse eficientemente para mantener la capacidad de produccion.

2.º Gran cantidad de excedente de calor que podría utilizarse para producir vapor i de esta manera concentrar el ácido nítrico débil.

3.º Materia prima grátis.

4.º Produccion directa del ácido nítrico sin intervencion de la obligacion de utilizar los productos intermediarios.

5.º Economía en la mano de obra.

DESVENTAJAS

1.º Necesidad de disponer de muchos caballos de fuerza para producir una tonelada de ácido nítrico. El Gobierno necesitaría para satisfacer sus necesidades por lo ménos 500 000 caballos de fuerza.

2.º Enorme diluición del ácido nítrico recién producido: 30 a 35% contra 50 a 55% de ácido por otros procedimientos.

3.º Gran costo de instalación, tanto para la energía como para la planta; probablemente cuatro veces superior a lo destinado por el Gobierno para satisfacer sus necesidades de guerra.

4.º Probable inutilidad de tres cuartas partes de la planta en tiempo de paz, con la consiguiente improductiva inversión que envuelve.

5.º No trasportabilidad del ácido nítrico producido.

6.º Dificultad del aprovechamiento del ácido nítrico no requerido por la fabricación de municiones.

PROCÉDIMIENTO HABER

El Procedimiento Haber es el más importante de los usados en Alemania para la producción de amoníaco. El amoníaco puede ser oxidado i convertido en ácido nítrico. El procedimiento se ha jeneralizado rápidamente en los últimos tres años. Fué instalado comercialmente por la primera vez en Alemania el año 1913, con una planta de 30 000 toneladas de sulfato de amoníaco. En 1914 esta producción llegó a 60 000 toneladas; a 150 000 en 1915 i a 300 000 en 1916. Autorizadamente se ha establecido que con las nuevas instalaciones de la Badische Company, actualmente en construcción, la producción total del procedimiento Haber llegará en 1917 a 500 000 toneladas de sulfato de amoníaco.

La Badische Company propietaria de las plantas i del procedimiento Haber, ha desarrollado esta industria sin otra ayuda del Gobierno que la de la venta de sus productos, i parece convencida de la bondad de procedimiento para competir en los mercados de fertilizantes no sólo con todos los métodos de fijación del ázoe, sino también con el salitre chileno, una vez terminada la guerra. La industria de la cianámidá se ha desarrollado en Alemania con la ayuda del Gobierno. La Badische Company ha desarrollado en Alemania un procedimiento de arco conocido con el nombre de «Procedimiento Schonherr», que puede competir con el procedimiento Birkeland-Eyde usado en Noruega. La Badische Company i la Norsk Hydro Company unieron sus intereses i el procedimiento Schonherr se instaló junto con el Birkeland-Eyde en Rjukan, Noruega. La Badische Company apenas instaló en Alemania el procedimiento Haber vendió a la

Norsk Hydro Company sus intereses en Noruega i, así, en la actualidad las dos fábricas de Rjukan trabajan juntas.

Por el procedimiento Haber el nitrógeno del aire i el hidrógeno del agua se combinan directamente por medio de las limaduras de hierro, para formar amoníaco. La producción i purificación del hidrógeno hecha, ya sea por medio de la acción reductora del carbono, o por la del hierro, significa una de las partidas más importantes del costo en el procedimiento Haber. El hecho de que la combinación del nitrógeno i el hidrógeno se produzca a temperaturas de cerca de 500° i bajo presiones de 125 a 150 atmósferas, envuelve algunos peligros i muchas dificultades técnicas que, sin embargo, parecen haber sido resueltas en Alemania. El control técnico del procedimiento es de tan grande importancia i requiere un grado tan alto de entrenamiento i habilidad que, según se dice, si la Badische perdiera su personal actual, familiarizado con el procedimiento, necesitaría muchos meses para preparar i entrenar un nuevo personal capaz de llevar a la práctica el procedimiento.

El procedimiento Haber no se usa, fuera de Alemania, en ninguna parte, debido a la falta de informaciones detalladas sobre la construcción de la planta i sobre el modo de operar i, también, debido a las gruesas regalías que exige la Badische. Es, sin embargo, más que probable que la Badische instalará por sí misma i desarrollará fuera de Alemania el procedimiento, una vez terminada la guerra.

Informaciones verídicas indican que por el procedimiento Haber si posible obtener amoníaco anhidro puro al precio de cuatro centavos la libra. No es probable que se pueda llegar a un arreglo que permita al Gobierno de los Estados Unidos el uso del procedimiento Haber, mientras la guerra esté pendiente. Cuando ésta termine, sí que es probable que el procedimiento se instale o que sea posible instalarlo en el país. Es el procedimiento más barato para la producción de amoníaco sintético. El no depende de una energía barata, ya que ésta es sólo una fracción pequeña del costo. Si fuera menester se le podría instalar rápidamente en cualquier planta de municiones i en conexión con las fábricas de oxidación con las fábricas de oxidación de amoníaco.

VENTAJAS

- 1.º Amoníaco barato.
- 2.º Amoníaco en estado líquido listo para ser oxidado sin mayor purificación.
- 3.º Disponibilidad de la materia prima (aire, agua i carbono).

- 4.º Posibilidad de instalar fábricas comparativamente pequeñas en los lugares donde se necesite.
- 5.º Facilidad de transporte del producto i su aptitud como fertilizante.

DESVENTAJAS

1.º Imposibilidad de obtener los detalles técnicos i uso del método, sin la ayuda de la 'Badische, escepto si se experimentara durante muchos meses o talvez muchos años. Esto es importante si se considera la variedad i gravedad de los problemas de ingeniería que entraña el uso de presiones tan altas como de 150 atmósferas i el de temperaturas de 500º a 600º.

2.º Costos elevados de reparacion i renovacion.

3.º Regalías indudablemente mui elevadas que se exigirían al Gobierno si éste instalara el procedimiento por sí mismo. La dificultad de llegar a un acuerdo con la Badische lo demuestra el hecho de que, por este motivo, no se ha instalado, por dos grandes firmas americanas i por una noruega, el procedimiento.

4.º Las patentes i métodos que son controlados en Estados Unidos por una corporacion.

PROCEDIMIENTO DE LA CIANÁMIDA

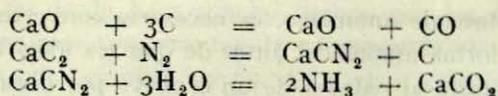
El procedimiento de la cianámida se ha desarrollado en muchas partes de Europa; pero en el hemisferio Oeste, solamente en las cataratas del Niágara, Ontario, Canadá. Requiere poca enerjía i ha obtenido su gran desarrollo debido a este motivo. Se necesita sólo la quinta parte de la enerjía que requiere el procedimiento del arco. En otras palabras, una instalacion de enerjía determinada, produce, con el procedimiento de la cianámida, cinco veces mas cantidad de nitrógeno combinado, que con el de arco.

Las materias primas requeridas son: carbon para quemar el calcio, antracita o coke para la produccion del carburo de calcio, piedra caliza necesariamente libre de magnesio, fluoruro de calcio i nitrógeno obtenido

1.º La produccion de carburo de calcio en un gran horno eléctrico por medio del calcio i el coke o la antracita.

2.º La molienda fina de este carburo de calcio sin contacto con el aire, i el calentamiento hasta el rojo de la masa para comenzar la absorcion del nitrógeno, que entónces se agrega, i que forma la cianámida. Se revuelve la cianámida i se la trata en forma de que desprenda todo el acetileno a fin de evitar posibles esplosiones. La cianámida mezclada con carbonato de sodio i calcio, se trata, entónces, con vapor, en estufas especiales para con-

vertir el nitrógeno de la cianámidá en gas amoníaco. Como se ve, el procedimiento envuelve diversas fases i es algo complicado.



El costo del amoníaco de cianámidá, con una enerjía a 8 dólares por caballo al año, en una instalacion construida por el Gobierno, seria de uno a dos centavos mas que en el procedimiento Haber. Por otra parte las regalías por el uso del procedimiento de la cianámidá serian indudablemente menores. La fabricacion de la cianámidá i del carburo de calcio se ha establecido en muchas partes i por consiguiente son muchos los ingenieros aptos para resolver los problemas técnicos de este método. Además, las patentes, no tienen sino cuatro años mas de vida. Hai ciertas rejiones del Sur que poseen condiciones particularmente favorables para su instalacion. Si el Gobierno de los Estados Unidos va a instalar una planta hidro-eléctrica i si la enerjía así desarrollada debe usarse en la fijacion del nitrógeno, el procedimiento de la cianámidá que aventaja a todos los sistemas de fijacion del nitrógeno, debe adoptarse como el mas conveniente para el aprovechamiento de la enerjía hidro-eléctrica.

La produccion de Alemania en 1913 fué de 30 000 toneladas de cianámidá. El crecimiento de este método no ha sido tan rápido como el de Haber, a pesar de que el Gobierno ha contribuido a su desarrollo. Sin embargo, la produccion de 1917 en Alemania no será inferior a 400 000 toneladas.

Los interesados en la cianámidá indujeron al Gobierno aleman a establecer el monopolio del ázoe que permitiria continuar la industria de la cianámidá, en competencia con el procedimiento Haber i con el sulfato de amoníaco resultante del coque, aun despues de terminada la guerra. El monopolio aleman de los nitratos no ha sido establecido por el Reichstag debido a la oposicion de los dueños del procedimiento Haber.

La cianámidá es un producto mui sucio i desagradable, i si se quiere usarlo como fertilizante, debe tratársele con aceite o por medio de un procedimiento especial de granulacion que facilita su uso como fertilizante. La cianámidá puede ser, i probablemente es, un espléndido fertilizante si se aplica directamente en el suelo. No ha encontrado, sin embargo, aceptacion entre los fabricantes americanos de abonos, ya que no se presta en forma para las mezclas de abonos que exigen los hacendados americanos. Se ha usado con éxito en Europa donde la mano de obra, mas barata, permite a los hacendados la reparticion de los abonos requeridos por el terreno de a uno por uno. Para satisfacer por medio del procedimiento de la cianámidá la demanda de 20 000 i 180 000 toneladas de ácido nítrico re-

queridas por el Gobierno, se necesita el uso continuo de 11 000 i 99 000 caballos de fuerza respectivamente.

Si se desea convertir la cianámida en el mas popular de los fertilizantes, esto es en sulfato de amoníaco, es necesario convertir el nitrógeno de la cianámida a la forma amoniacal ántes de que sea absorbido para formar sulfato, i, esto, costaria al rededor de un centavo por libra.

Es la necesidad de convertir el nitrógeno combinado en amoníaco, si se usa el procedimiento de la cianámida como fuente de ácido nítrico, lo que constituye una parte importante de la diferencia de costo entre el amoníaco de cianámida i el amoníaco Haber.

VENTAJAS

- 1.º Método mas conveniente si debe usarse enerjía hidro-eléctrica.
- 2.º Enerjía moderada que se requiere.
- 3.º Transportabilidad inmediata del producto.
- 4.º Posibilidad de la venta del producto en tiempo de paz.

DESVENTAJAS

- 1.º Número de instalaciones i operaciones requeridas para producir ácido nítrico, viz, carburo, cianámida, amoníaco de la cianámida, oxidacion del amoníaco i concentracion del ácido nítrico.
- 2.º Las patentes i procedimientos que son controladas en América por una corporacion.
- 3.º Procedimiento mui sucio i desagradable, que significa malas condiciones, si no penosas, de trabajo.
- 4.º Gran factor de mano de obra.
- 5.º Costo comparativamente mui elevado.

SUB-PRODUCTO «AMONÍACO»

El nitrógeno almacenado por las plantas en remotas edades i que existe en los carbonos bituminosos como uno de sus constituyentes, es recuperado, en parte, en forma de amoníaco, cuando los carbonos bituminosos son convertidos en coke en hornos de sub-productos. Esta fuente de amoníaco es la mas importante de las que producen nitrógeno combinado, aun en Alemania. El amoníaco producido por la destilacion destructiva del car-

bon cuando es puro, es igual a cualquier otro amoníaco i puede ser inmediatamente oxidado i así convertido en ácido nítrico.

El recobro i la utilizacion del amoníaco, sub-producto de los carbones, ha sido reconocido desde hace mucho tiempo por los economistas, como uno de los medios mas importantes de conservar la riqueza de la nacion. En Alemania, las dos quintas partes del carbon consumido, es destilado en hornos de coke, i todo el coke se produce en plantas arregladas para el recobro de los sub-productos, incluyendo el amoníaco. En este pais, ménos de una décima parte del carbon quemado, es convertido en coke en hornos de sub-productos. De todo el coke producido en América, mas de una mitad se produce en hornos abiertos, en los cuales el amoníaco como tambien los otros sub-productos se pierden. Ha habido, no obstante, un aumento en la instalacion de coke de sub-productos i un aumento en la produccion de amoníaco que no habia sido posible obtener hace dos años. Hacia el fin del presente año, produciremos a lo ménos 115 000 toneladas de amoníaco anuales, lo que equivale a 450 000 de sulfato de amoníaco. Seis mil toneladas de este amoníaco en tiempo de paz o 55 000 en tiempos de guerra, serian suficientes para satisfacer las necesidades de ácido nítrico de la nacion, segun los cálculos del Departamento de Guerra. El crecimiento de nuestra produccion de amoníaco de los hornos de coke ha sido estremadamente rápido i sigue, todavía, aumentando. Durante los últimos 12 o 13 meses se ha contratado sub-productos de los hornos de coke por valor de mas de 50 millones de dólares.

La instalacion del procedimiento de los sub-productos de los hornos de coke, significa una gran provision, no sólo de amoníaco, sino tambien de benzol, tolueno, fenol, naftalina i otros productos absolutamente necesarios para las municiones i, requeridos en tiempos de paz, para nuestras industrias de artículos medicinales. El benzol, tolueno i fenol son solamente de una importancia secundaria, ante una ámplia provision de ácido nítrico para usos bélicos.

El uso del procedimiento de los sub-productos del coke significa, tambien, la produccion de grandes cantidades de gas para enerjía. En verdad, si la destilacion destructiva del carbon se efectúa en hornos especiales productores de gas, la produccion de amoníaco puede ser aumentada a cinco o seis veces mas, i puede obtenerse, al mismo tiempo, enerjía comparable con la hidro-eléctrica. Este método se usa actualmente en Alemania en una inmensa escala con objeto de producir enerjía barata i una mayor produccion de amoníaco.

El que el carbon bituminoso usado debe tratarse en hornos de sub-productos se reconoce en el mundo entero. Está haciéndose cada vez mas práctico el hacerlo, i va aumentando rápidamente el consumo de coke, tanto para usos domésticos como para la fabricacion del hierro. El uso jeneralizado del coke en vez del carbon concluirá con los perjuicios de humo

i sus consiguientes daños a la propiedad. Produciria, a mas de otros productos, 1 000 000 de toneladas de amoniaco en este pais. Mui léjos está, aun, el dia en que se obtenga este resultado, pero esto no obsta para que tras de él se haga cuantos esfuerzos sean menester. Algunas legislaciones extranjeras exigen, ya, el uso del coke en vez del carbon bituminoso en ciertas i determinadas industrias.

Sin embargo, el Gobierno de los Estados Unidos no puede instalar hornos de sub-productos de coke con el objeto de producir amoniaco.

El amoniaco debe ser simplemente un sub-producto ocasional de la produccion de coke con fines industriales. Sin embargo, en tiempos de guerra, la produccion de amoniaco estraida de los sub-productos de los hornos de coke puede tomar considerable incremento bajo la supervijilancia del Gobierno. Este hecho se ha realizado en Alemania, donde dichos sub-productos proporcionan hoi en dia mas de la tercera parte del nitrógeno que se consume en este pais. Alemania ha tenido un aumento que sube de 100 mil toneladas a 154 000 toneladas de nitrógeno de esta fuente desde que comenzó la guerra. Las probabilidades de un aumento son mucho mayores en América que en Alemania.

El amoniaco que se obtiene como sub-producto del coke debe ser purificado ántes que pueda oxidarse para ser trasformado en ácido nítrico. El costo de dicha depuracion es mui pequeño i aquellas fábricas que tienen ya instalados dispositivos de depuracion al lado de los de absorcion de amoniaco, tendrán que añadir una fraccion de centavo mui pequeña por libra al costo del licor amoniacal crudo. La utilizacion del amoniaco como sub-producto para la produccion de ácido nítrico que servirá en la fabricacion de esplosivos, tiene la gran ventaja de estar ya en disponibilidad, i las fábricas que están situadas en diferentes partes del pais podrán elaborar amoniaco para proveer a diversas pequeñas fábricas de oxidacion. Segun lo espuesto, las diversas fuentes de pertrechos de guerra que abastecerian a la nacion, no estarian localizadas en un solo centro i por consiguiente sujetas a ser capturadas i destruidas.

El empleo del amoniaco sub-producto tiene la gran desventaja que su actual precio de venta es elevado i si no se logra una concesion apreciable en el precio de parte del Gobierno, seria imposible emplear esta fuente de materia prima para elaborar ácido nítrico. El costo efectivo del amoniaco puro, considerado como sub-producto de la calcinacion del carbon bituminoso, es mucho mas bajo que el obtenido por cualquier otro procedimiento actualmente en uso.

EL PROCEDIMIENTO DEL CIANURO

El procedimiento del cianuro no ha sido industrializado hasta ahora i sólo por esta razón no debiera considerarse aquí. Sin embargo, presenta tales probabilidades, que creo acertado ocuparme de él.

Desde el punto de vista químico este procedimiento es hoy día un éxito. Sus reacciones químicas no presentan dificultad alguna. Cuando se calienta al rojo el carbonato de sodio, carbon molido o carbon en cualquier forma, en contacto con limadura de hierro i se deja pasar nitrógeno i aun aire al través de esta masa, se fija una gran cantidad de nitrógeno al estado de cianuro de sodio. La reacción se opera completamente. Este procedimiento no requiere factor de fuerza de ninguna especie i parece cierto que si las dificultades mecánicas están resueltas, el nitrógeno queda de este modo fijado en forma barata que por cualquier otro procedimiento sintético.

También se puede obtener grandes cantidades de residuos nitrogenados en las fábricas nacionales de carbonato de sodio, donde también podría obtenerse grandes cantidades de nitrógeno sin gasto alguno i en estado bastante puro, en las fábricas de pulpa de madera que emplean el procedimiento de sulfatación.

Una vez formado el cianuro de sodio, éste está listo para convertirlo en amoníaco como en el caso de la cianámidá, con la ventaja de que en el caso presente el carbonato puede ser recuperado i ser empleado nuevamente. El hierro puede ser empleado repetidas veces en este procedimiento. Están ya funcionando dentro del país algunas pequeñas fábricas con éxito, pero las dificultades mecánicas de producción en gran escala todavía no están resueltas. Cuatro grandes firmas americanas están ocupándose en resolver este problema i cuentan para ello con fondos suficientes para llegar a su término.

Este procedimiento tiene además la ventaja que puede proporcionar a bajo precio el cianuro tan necesario para nuestra industria minera.

ACIDO NÍTRICO FORMADO CON AMONÍACO

Todos los procedimientos para la producción de ácido nítrico sintético, a excepción del procedimiento del arco, comprenden la oxidación del amoníaco. Los procedimientos comerciales en uso comprenden la oxidación directa del amoníaco al estado gaseoso en presencia de aire en contacto con platino metálico. Según las últimas estadísticas publicadas, se producen anualmente en Alemania aproximadamente 100 000 toneladas de ácido

nítrico por medio del procedimiento de Frank i Caro. En este procedimiento se hace pasar una mezcla de amoníaco i aire al traves de redes de platino de 80 a 100 mallas calentadas eléctricamente. El platino se calienta al rojo oscuro i sirve como catalizador bajo cuya influencia el amoníaco en lugar de trasformarse por el calor en nitrógeno i agua, como sucedería normalmente, hace que el nitrógeno forme el óxido nítrico.

En el procedimiento Kaiser, que tambien se usa en Alemania, se calienta el aire ántes de mezclarlo con el amoníaco i se dice que en estas condiciones no hai necesidad de calentar eléctricamente la red de platino. Parece que el procedimiento Kaiser no ha alcanzado un gran desarrollo comercial.

El procedimiento Landis instalado en una pequeña estacion espermental en Warners, N. J. hace pasar el gas de arriba a abajo al traves de la red i no a la inversa como es costumbre en el procedimiento Frank i Caro, i segun las patentes de Landis, los gases son enfriados ántes de ponerlos en contacto con la red en vez de calentarlos como sucede con el procedimiento Kaiser. El procedimiento de la red de platino será instalado en pequeña escala en Long Island City i tambien en Syracuse, N. Y. por la Semet-Solvay Company con la cooperacion del Ministro de Minas.

El procedimiento Ostwald-Barton fué puesto en práctica por primera vez en Villevord, Béljica, donde alcanzó a industrializarse en el comienzo de la guerra i actualmente lo emplean en dos grandes fábricas, una en Angouleme, Francia, i la otra en Dagenham, Inglaterra.

La base de este procedimiento es la misma de la del de Ostwald, pero el catalizador es diferente, aunque consiste en platino metálico. Los detalles de preparacion de este catalizador se guardan en secreto, pero se sabe que tienen una seccion transversal mui reducida i está colocado al final del tubo de 60 mm., de manera que los productos de combustion al pasar al traves del tubo calientan la mezcla de amoníaco i aire por radiacion al aproximarse al catalizador. Una vez comenzada la reaccion ésta continúa sin interrupcion por varias semanas. Es necesario forzar la mezcla de aire i amoníaco al traves del catalizador por medio de ventiladores.

La eficiencia comercial en la actualidad i la produccion por medio del procedimiento Ostwald-Barton, son mayores que por cualquier otro, segun las cifras exactas que se han obtenido. Estas son mayores que las cifras publicadas concernientes al procedimiento Frank i Caro, pero como las cifras correspondientes a este último procedimiento son publicadas bajo una base mínima, es imposible establecer si éste ha alcanzado una eficiencia de conversion i una capacidad catalizadora tan elevada como el procedimiento Ostwald-Barton.

Los procedimientos de oxidacion del amoníaco parecen estar libres de complicados derechos de privilejios. En Europa las personas interesadas en la oxidacion del amoníaco esponen libremente que no tienen impor-

tantes privilegios que vender, pero sí manifiestan que tiene planos, especificaciones i detalles de procedimientos cuya adquisicion seria ménos costosa que los esperimentos necesarios para obtener los detalles.

Por medio de la oxidacion del amoníaco se obtienen gases de óxido nítrico de mayor concentracion que los obtenidos por el procedimiento del arco. Segun esto se necesita un espacio mucho menor para su absorcion i se puede obtener directamente ácido de mayor grado de concentracion. En el procedimiento del arco es necesaria la concentracion del ácido nítrico de 30 a 35 grados de ácido fuerte; en cambio en el procedimiento de oxidacion se obtiene con facilidad un ácido de 50 a 55% directamente de las torres cuya mayor concentracion es, por consiguiente, mas sencilla.

LA SITUACION DEL NITRÓJENO

Sin entrar en detalles sobre la situacion del nitrógeno en este informe preliminar, creemos conveniente esponer algunos breves datos referentes a sus fases mas importantes. Este asunto lo trataremos con mas detenimiento i con datos definitivos en nuestro informe final.

La situacion actual es efectivamente anormal. Las importaciones de salitre en Alemania han cesado completamente, siendo que esta nacion consumia ántes de la guerra una gran parte de la produccion de las salitreras de Chile. Las importaciones de nitrato de sodio en Estados Unidos se han duplicado a causa de la enorme fabricacion de municiones para la esportacion. Las importaciones de salitre en los paises aliados tambien han aumentado mucho por motivo de la guerra. La produccion de nitrato sintético en Alemania i el aumento de la produccion del nitrógeno sub-producto ha sobrepasado a la falta de importaciones de salitre de Chile. El siguiente resúmen sobre la situacion de Alemania tomado del «Frankfurter Handelsblatt» de Mayo 29 de 1916 es bastante significativo.

Consumo de nitrógeno en Alemania en 1915 en toneladas métricas.

Sulfato de amonio.....	460 000 tons. equiv.	92 000	tons. metr. de nitrógeno.
Nitrato de calcio noruego.	35 000 » »	4 500	id. id.
Cianámidá.....	30 000 » »	6 000	id. id.
Amoníaco-Proced. Haber...	20 000 » »	4 000	id. id.
Total.....		106 500	id. id.
mas Nitrato de sodio.....	750 000 » »	116 000	id. id.
Gran total.....		222 500	id. id.
Total en tons. de 2 000 lbs.....		245 000	

Produccion de nitrógeno en Alemania, 1917 en tons. métricas.

Sulfato de amonio.....	700 000 tons. equiv.	140 000 tons. métr. de nitrógeno.		
Nitrato de calcio noruego.	—	—		
Cianámidas.....	400 000 »	»	80 000 id.	id.
Amoniaco-Proc. Haber...	500 000 »	»	100 000 id.	id.
			320 000	id. id.
Total.....			320 000	id. id.
Total en tons. de 2 000 lbs.....			352 000	id. id.
Nitrato de sodio.....			nada	

A pesar de que Alemania se a visto privada de mas de la mitad de su abastecimiento de nitrógeno a causa de la guerra, ha aumentado mucho su produccion de este elemento, llegando a 116 000 tons. americanas (de 907,2 Kgs.) a 352 000 de nitrógeno. Esta produccion ha sido necesaria no solamente—i sobre todo— para municiones, sino en gran parte para fines agrícolas, pues la gran poblacion alemana depende ahora de sus propios alimentos que han aumentado mucho, gracias a los abonos nitrogenados.

Las condiciones en Estados Unidos serian, en caso de guerra, completamente diferentes si estuviéramos aislados de los paises extranjeros. Nosotros somos un país de esportacion de alimentos i la mayor parte de nuestros abonos los utilizamos en los sembríos de algodón cuyo cultivo i esportacion en el caso arriba indicado decaeria mucho. Una parte relativamente pequeña de nuestras exigencias en abonos los utilizamos en nuestros sembríos de alimentacion i, siendo una nacion que esporta alimentos i algodón, nuestras necesidades en nitrógeno como abono disminuirian en lugar de aumentar. Aun en el caso de la presente guerra, la cual ha provocado un aumento en la esportacion de materias alimenticias i una disminucion en la produccion de algodón, el consumo nacional de fertilizantes mas bien ha mermado que aumentado. Este caso se pronunciaria mas si nuestra nacion estuviera completamente privada de la esportacion de algodón i materias alimenticias.

En vista de que Alemania ha invertido millones de dollars en sus fábricas de nitrógeno sintético, las cuales continuarán funcionando despues de la guerra; que Alemania está produciendo mas del doble de la cantidad de compuestos nitrogenados i que importaba ántes en forma de salitre de Chile; que el mercado alemán para el salitre de Chile materialmente no existirá despues de la guerra; que el gran consumo de municiones de parte de los aliados i americanos cesará i que durante la guerra la produccion americana de amoníaco obtenido de los sub-productos de los hornos de coque ha aumentado en exceso a nuestro consumo normal, parece un hecho que

el precio del nitrógeno combinado para fines industriales i agrícolas decaerá mucho despues de la guerra.

Creo que estos hechos son reconocidos i esperados por todos aquellos que tienen intereses en la produccion de nitrógeno combinado.

En vista de las circunstancias arriba citadas, es evidente que en tiempo de paz las necesidades del Gobierno en ácido nítrico pueden ser satisfechas con el amoniaco estraido del alquitran de hulla con un efecto insignificante sobre el mercado i prácticamente ninguno sobre las fuentes nacionales de nitrógeno. Parece igualmente cierto que si con este amoniaco subproducto se podria producir 180 000 toneladas de ácido nítrico al año por lo ménos durante uno o dos años en el evento de una guerra; este hecho no afectaria seriamente a la agricultura nacional. Esto tiene una importancia particular si se toma en cuenta que el 60% de las materias nitrogenadas utilizadas como fertilizantes i que consisten en nitrógeno orgánico tal como la harina de semilla de algodón, residuos de matadero, sangre desecada, etc. no disminuirá sino mas bien aumentarán debido a la nó esportacion de harina de semilla de algodón.

Ademas se sabe bien que varias de nuestras mas importantes corporaciones se ocupan activamente en elaborar planos para instalar fábricas de nitrógeno sintético de diferentes clases que puedan satisfacer sus necesidades industriales i que, segun todas las probabilidades, el procedimiento Haber tambien entrará en activa competencia industrial en nuestro mercado una vez que termine la guerra. Fábricas para la oxidación del amoniaco pueden ser instaladas de una manera rústica con mucha rapidez, tal como se ha hecho en Alemania, si la necesidad así lo exige.

Soi de opinion que no puede presentarse ningun problema serio de emergencia para Estados Unidos que no pueda subsanarse con celeridad, si un caso de guerra así lo requiere, i que el primer problema, despues de asegurar una razonable reserva de salitre de Chile, consiste en familiarizarnos con el método mas eficiente para la oxidacion del amoniaco i adiestrar a los hombres necesarios en la construccion i manejo de las fábricas de la oxidacion del amoniaco.

COSTO DEL ÁCIDO NÍTRICO

El precio mas bajo del ácido nítrico, ya sea en solucion débil o concentrada, es el que se obtiene por medio de la fuerza hidro-eléctrica cuando ésta se puede proporcionar a los hornos a un costo de \$ 10 por caballo de fuerza-año, o aun ménos. Las dificultades de transporte, la gran masa de fuerza requerida i otras razones económicas ya citadas, hacen inaplicable el procedimiento del arco dadas las condiciones de Norte América.

El costo del ácido nítrico obtenido mediante la oxidacion del amo

niaco puro, es independiente de la fuente del amoníaco i está subordinado al costo del gas amoniacal encerrado en el gasómetro listo para pasar al aparato de oxidacion.

COSTO DEL AMONIACO

Actualmente el costo del amoníaco no guarda relacion con su precio de venta. El costo efectivo de la recoleccion, absorcion i depuracion del amoníaco estraido de los gases desarrollados por la destilacion del carbon bituminoso, o, en otras palabras el costo del amoníaco considerado como sub-producto es menor que el obtenido por cualquier otro procedimiento. El precio de venta del amoníaco sub-producto depende enteramente de la competencia que le hagan las demas formas nitrogenadas, habiéndose rejido en el pasado casi por completo por la cotizacion que en los mercados haya tenido el nitrato de sodio contra el cual tambien entra a competir. Aun cuando se coticie el amoníaco proviniente del procedimiento Haber a un precio tan bajo como ser cuatro centavos la libra, el amoníaco sub-producto puede venderse todavia en competencia con él, con márgen de ganancia para sus productores. Su precio de costo depende en lo principal de la manera de llevar la contabilidad en las usinas que los producen. Como ya lo hemos dicho, su precio de venta estará subordinado en el futuro, como lo ha estado en el pasado, a la competencia que le presenten los diferentes productos nitrogenados de forma combinada. El procedimiento Haber puede producir i está produciendo amoníaco sintético a un costo menor que el que se obtiene por cualquier otro procedimiento sintético que en la actualidad se haya adoptado en la Industria. El procedimiento de la cianámida sigue en segundo lugar.

Si se llegaran a resolver los inconvenientes mecánicos de que actualmente adolece el procedimiento de los cianuros, éste podria producir amoníaco a un costo menor que el del procedimiento Haber o el de la cianámida i entraria a competir abiertamente con los costos del amoníaco sub-producto. Las especificaciones de los costos de todos los procedimientos anteriormente mencionados serán considerados al final de este informe.

SUMARIO DE LAS CONCLUSIONES (I).

1. El Gobierno deberá obtener el ácido nítrico que necesita por medio de la oxidacion del amoníaco. Debe ordenar en su primera oportunidad la construccion de una fábrica para la oxidacion del amoníaco de mediana

(i) Véase conclusiones en el Informe Preliminar.

capacidad, para así poder conseguir que los obreros adquieran experiencia i adopten los mejores métodos de manipulacion.

2. El Gobierno deberá proceder con cautela en la construccion de fábricas para la produccion del amoníaco, ya que los perfeccionamientos que se hacen en el procedimiento del cianuro o la adaptabilidad que posee el procedimiento Haber pueden hacer fracasar en corto tiempo cualquier inversion grande de dinero que se haga en el procedimiento de la cianámi-da. Por otro lado hai que considerar que la suma conseguida por el Congreso no es ni con mucho suficiente para proceder a la instalacion de fuerzas hidráulicas i a la construccion de fábricas para la fijacion del nitrógeno en forma que puedan satisfacer los pedidos del Gobierno, segun la estimacion que ha hecho de ello el Departamento de Artillería.

La adopcion de los procedimientos anteriores envuelve:

1. Compra por el Gobierno de una reserva de nitrato de sodio de por lo ménos 200,000 toneladas.

2. La compra del amoníaco en un mercado libre

3. Establecer una reserva de platino.

Como el platino es esencial para la oxidacion del amoníaco i de la mayor importancia tanto en la produccion del ácido sulfúrico como de otras materias que necesitan la fabricacion de explosivos, i como no existen reservas de dicho metal en los Estados Unidos, escepto una pequeña cantidad que se obtiene en la purificacion electrolítica del cobre, oro i mineral de plata i como el platino es uno de los metales preciosos que tiene mayor valor que el oro, recomiendo especialmente en el sentido de legislar para la conservacion del platino anualmente obtenido en las casas de moneda de los Estados Unidos, colocándolo en las bóvedas de dichos establecimientos i lanzando a la circulacion billetes garantidos por la Direccion del Tesoro en la misma forma que se practica con respecto al oro. El platino estaria disponible sin ningun gasto para el Gobierno i éste puede, si lo desea, usarlo como una reserva para el circulante, ya que, i no obstante que se use para los métodos anteriores, no se produciria sino una pérdida comparativamente pequeña en su cantidad.

4. Construir una fábrica hidro-eléctrica solo en el caso que se llegue a adoptar el procedimiento del arco o el de la cianámi-da. La oxidacion del amoníaco necesita mui poca fuerza motriz, estando los procesos de Haber, cianuro i del amoníaco sub-producto independientes de la obligacion de disponer de fuerza motriz económica. Sin embargo, el desarrollo de la instalacion hidráulica no puede ser sino beneficiosa para el pais, aun cuando no se la destine para la fijacion del nitrógeno atmosférico.

Yo dudo formalmente de que, en tres años mas, se requiera enerjía eléctrica para el procedimiento mas eficaz de fijacion del nitrógeno, i, por consiguiente, juzgo imprudente la instalacion de una planta de enerjía hidre-eléctrica, de gran costo, con el solo objeto de producir nitrógeno. Sin

embargo, si esta enerjía hidráulica puede ser utilizada por el Gobierno para la produccion de aleaciones ferrosas absolutamente indispensables para la artillería i las municiones, si puede ser vendida a compañías comerciales que tomen sobre sí mismas el riesgo financiero de la instalacion de plantas para la fijacion del nitrógeno con la garantía de amoníaco barato para el Gobierno, o si puede venderse durante el tiempo de paz a compañías que necesiten enerjías para objetos que permitan una inmediata requisicion de la enerjía en tiempos de guerra sin perjudicar la provision de otros materiales de guerra necesarios, seria mui conveniente el desarrollo de tal planta de enerjía hidro-eléctrica.

INFORME SOBRE LA INDUSTRIA DEL NITRÓGENO

del señor Charles L. Parsons

Señor: En mi Informe preliminar del 27 de Enero, recomendaba:

1. Que el Gobierno obtuviera el ácido nítrico por la oxidacion del amoníaco i que comenzara, a la brevedad posible, la instalacion de una planta de oxidacion de capacidad moderada para entrenar al personal i experimentar los métodos mas eficaces de trabajo.

2. Que el Gobierno procediera con lentitud en cuanto se refiere a la instalacion de plantas para la produccion del amoníaco porque el desarrollo del procedimiento del cianuro i la disponibilidad del de «Haber» puede dejar sin valor en poco tiempo cualquier gasto de importancia hecho para la produccion de cianámidas.

Junto con estas recomendaciones, aconsejé al Gobierno la compra de a lo ménos 200,000 toneladas de nitrato de sodio i que se hicieran arreglos para reservar una buena provision de platino. Estas dos recomendaciones han sido atendidas.

Progresas satisfactoriamente la pequeña planta de oxidacion de amoníaco instalada en Syracuse, N. Y.; i otra planta de oxidacion, la de Laurel Hill L. I., ha desarrollado nuevos aspectos. En Syracuse se ensayan actualmente dos nuevos aparatos, uno de los cuales, si tiene éxito, significará e no uso del platino en la produccion de ácido nítrico. Aunque sea dudoso el éxito, es, de todos modos, mui deseable. El punto principal es que los arreglos preliminares para la planta de oxidacion progresan rápidamente i en forma mui satisfactoria.

Cuando escribí mi anterior informe me atreví a espresar, cierto es que en forma mas confidencial de lo que hubiera deseado, que los procedimientos del cianuro i de Haber, podrian usarse mui pronto en este pais i que desplazarían en gran parte, si no enteramente, a los procedimientos del

«Arco» i de la «Cianámid» que exigen un gran desarrollo eléctrico i su correspondiente enorme gasto.

El desarrollo ha sido mui rápido en estos dos últimos meses. Un procedimiento de Amoníaco Sintético, i uno de Cianuro, han alcanzado a un grado de adelanto tal, que me permiten recomendar una accion definitiva del Gobierno.

PROCEDIMIENTO DE LA «GENERAL CHEMICAL CO.»

Durante los últimos cuatro años, la «General Chemical Co.» ha trabajado empeñosamente por encontrar un método que permitiera la produccion sintética del amoníaco, por la combinacion directa del hidrójeno i del nitrójeno, sin que fuera necesario emplear las grandes presiones que las patentes de Haber exigen, i sus esfuerzos han sido coronados por el éxito. Este procedimiento ha dado resultados satisfactorios en gran número de esperimentos hechos con varias unidades pequeñas de produccion de amoníaco i con una unidad mayor que la que se supone usada en Alemania.

La «General Chemical Co.» tambien ha desarrollado i colocado sobre bases comerciales un procedimiento para la produccion de una mezcla de nitrójeno, hidrójeno, coke, aire i agua que producirá hidrójeno con un costo menor del obtenido hasta hoi en el pais i probablemente menor del obtenido en Alemania.

Se han preparado planos de injeniería completos para la planta i se tiene ya los presupuestos de los ítem mas importantes de la construccion; de modo que la instalacion de una planta de produccion sintética del amoníaco puede emprenderse sin mas demora. La Compañía misma tendria ya en trabajo una fábrica, a no haber sido por los altos precios de construccion de hoi i por las otras dificultades inherentes a los tiempos actuales.

La «General Chemical Co.» cree que respecto a sus propias relaciones con la industria del nitrójeno una buena política comercial le aconseja demorar la construccion de una fábrica hasta la terminacion de la guerra. Muchas de las dificultades que afectan a dicha compañía no son tales, sin embargo, tratándose del Gobierno. Por ejemplo, la imposibilidad de asegurar la provision de materia prima i la rápida construccion mecánica.

Desde hace algunos meses yo sabia que la «General Chemical Co.» trabajaba en este procedimiento, pero solo recientemente he podido obtener informaciones detalladas. La iniciacion de la guerra hizo creer al señor Dr. Guillermo Nichols, Presidente del Directorio de esta Compañía que ella debia poner a disposicion del Gobierno el resultado de sus investigaciones. De acuerdo con esto, se convino en una conferencia preliminar, que debia tener lugar en Washington en 4 de Abril, apénas el Departamento de Minas pidió a la Compañía informaciones sobre el estado actual de sus tra-

bajos. El resultado de esta conferencia fué el convenio de una nueva reunion que debia celebrarse en la oficina de usted el 14 de Abril.

Despues de esta conferencia el Dr. Nichols ofreció al Gobierno el uso gratuito del procedimiento descubierto por la «General Chemical Company» i ademas toda la ayuda de la Compañía para los efectos de instalacion i trabajo del procedimiento. Se convino en una visita a la planta experimental de la Compañía i en una nueva conferencia que debia tener lugar en Nueva York.

El 20 de Abril el coronel señor C. B. Wheeler, el coronel C. C. Keller, el Dr. señor A. A. Noyes i yo, visitamos la planta i la vimos en funcionamiento. El mismo dia se celebró una reunion en la oficina de la «General Chemical Company» en la cual se exhibieron los planos de la fábrica propuesta i en la cual un formulario de convenio entre el Gobierno i la Compañía se me entregó para que fuera transmitido a Ud. El orijinal de este convenio está ya en manos de Ud. i se adjunta a la presente otra copia.

Se nos presentó tambien algunos presupuestos de construccion i trabajo, detallados, bajo promesa, sin embargo, de guardarlos cuidadosamente. Estos presupuestos, tanto para una fábrica de 60 000 libras de amoníaco como para una pequeña de 15 000 por dia, se adjuntan.

Se estima que, aun en las circunstancias actuales, se puede construir una fábrica que elabore 30 toneladas por dia con un gasto de \$ 3,000,000 i que ésta puede trabajar con un costo que no excede de ctvs. 4 por libra, permitiendo una amortizacion de \$ 5 por tonelada de producto para reparaciones i un 12.5% del capital para intereses i depreciacion. Se cree que los cargos para reparaciones, intereses i depreciacion, son excesivos ya que, en total, significan mas del 50% del costo de produccion del amoníaco. En los presupuestos se ha contemplado la cantidad de \$ 3 para gastos jenerales e imprevistos.

Se estima que una fábrica mas pequeña de a lo ménos 7 1/2 toneladas de capacidad, puede construirse en la actualidad con un gasto de \$ 1 100 000 incluyendo los edificios i el terreno. Una fábrica así produciria 2 700 toneladas por año equivalente a 8 700 toneladas de ácido nítrico de 96% i exijiria cerca de 500 caballos de fuerza.

Despues de examinar el procedimiento en algunos de sus detalles, i dando gran importancia a las afirmaciones de la «General Chemical Co.» i a las de los ingenieros de ella—que son los mejor preparados para juzgar el asunto—recomiendo lo siguiente:

Que se construya inmediatamente una fábrica inicial capaz de producir 60 000 libras de amoníaco por dia.

I con este objeto recomiendo:

1. Que el Departamento de Guerra destine para ello \$ 3,500 000.
2. Que se llegue a un acuerdo definitivo con la «General Chemical Co.» respecto a la aceptacion del procedimiento, para uso del Gobierno. En este

arreglo debe contemplarse la necesidad de los servicios de los ingenieros, ya entrenados, de la Compañía.

3. Que se llegue a un arreglo definitivo en el cual se establezca una regalía fija o a lo menos una máxima que deba pagarse a la «General Chemical Co.» por tonelada de nitrógeno fijado que se venda para otros usos que los del Gobierno.

4. Que esta planta inicial debe construirse en un punto, escogido por el Departamento de Guerra, en Virginia del Sur, o en el territorio adjunto de Virginia del Oeste, razonablemente cercano a las provisiones de azufre, ácido sulfúrico, i carbon que existen en esa región, también, situado en las cercanías de agua abundante i buena que permita, en el futuro, la instalación de una planta de oxidación del amoníaco i la de una de energía.

PROCEDIMIENTO DEL CIANURO

Como lo anticipé en mi anterior informe, el procedimiento del Cianuro, también se ha desarrollado grandemente en los últimos meses.

Después de ese informe, los detalles científicos del procedimiento han sido publicados por el Prof. señor J. E. Bucher, en el «Journal of Industrial and Engineering Chemistry» del 9 (1917), 233. El Presidente de la Compañía de Productos Nitrogenados, señor Edward E. Arnold quien, hace seis meses, se negó a hablar sobre el futuro del procedimiento, afirma, ahora, con la mayor certeza, que él considera el procedimiento como un éxito comercial seguro i como un probable competidor de todos los otros procedimientos de fijación del nitrógeno. Incluyo una copia de su carta contestación a mi pedido de informaciones sobre el estado actual del procedimiento.

La Compañía de productos nitrogenados, está trabajando dos plantas experimentales del procedimiento del Cianuro: una en Saltville, Va., con horno de carbon, i otra, con horno eléctrico, en las Cataratas del Niágara. El coronel señor Wheeler del Departamento de Artillería, del Dr. J. K. Clement i yo, en representación del Departamento de Minas, visitamos la planta de Saltville el 6 de Abril. El coronel señor C. B. Wheeler, el coronel señor C. C. Keller, el Dr. A. A. Noyes i yo, visitamos la planta de las Cataratas del Niágara, en compañía del señor Arnold, el Sábado 21 de Abril.

Se incluyen los presupuestos del costo del nitrógeno fijado por el procedimiento del cianuro, que fueron presentados para uso del Comité. A pedido mio, el señor Arnold presentó, también, una proposición para el uso, por el Gobierno, del procedimiento del cianuro. La oferta de la «Compañía de Productos nitrogenados es exactamente igual a la de la «General Chemical Co.»

El procedimiento se ofrece gratuitamente para uso del Gobierno, tanto en tiempo de paz, como en tiempo de guerra.

Despues de un exámen cuidadoso del procedimiento, no me he convencido de que haya alcanzado un desarrollo que permita la inmediata instalacion de plantas. Creo que una esperimentacion de varios meses aumentará la eficiencia del horno propuesto.

Creo, sin embargo, que el procedimiento llegará a ser un factor importantísimo en el mercado mundial del nitrógeno; que puede ser un fuerte competidor de otros procedimientos debido a lo simple de sus operaciones i al bajo costo de la construcción de la planta; i que un horno, el cual creo ver en embrion, puede desarrollarse i ser mucho mas eficaz que los usados en la actualidad.

El procedimiento es de tal modo prometedor que recomiendo:

1. Que se lleve a efecto una esperimentacion en gran escala.
2. Que se destine al efecto una suma no mayor de \$ 200 000.

Con esta cantidad, confío en que el procedimiento pueda ser colocado sobre bases comerciales; i en que llegará a ser un competidor efectivo en la produccion de amoniaco para ácido nítrico i para los materiales nitrogenados fertilizantes.

Creo que esta investigacion debe comenzar sin pérdida de tiempo i que, tan luego como sea posible, debe instalarse una pequeña planta experimental en Saltville Va., en donde hai disponible una gran cantidad de nitrato de sodio i carbon. Probablemente la actual planta de la Compañía de Productos Nitrogenados, pueda utilizarse.

SUMARIO DE LAS RECOMENDACIONES

1. Que son necesarios \$ 3 500 000 para construir una planta inicial que produzca 60 000 libras de amoniaco por dia, por el procedimiento del amoniaco sintético, como lo ha ofrecido la «General Chemical Co.»
2. Que se acepta el ofrecimiento de la «General Chemical Co.» con ciertas modificaciones subsidiarias en las cuales se contemple una regalía máxima por tonelada de nitrógeno cuando el producto deba usarse con fines comerciales.
3. Que la construccion de la planta inicial debe comenzarse en seguida en un punto determinado por el Ministerio de Guerra en el sur o en el oeste de Virginia, relativamente cercano a las provisiones de azufre, ácido sulfúrico, i carbon que existen en la rejion. La planta debe situarse de tal modo que quede cerca de aguas abundantes i buenas i la rejion debe prestarse a la futura instalacion de una planta de oxidacion del amoniaco i concentracion del ácido nítrico. Tambien debe contemplarse la futura instalacion, en las cercanías, de una planta de fuerza.

4. Que una suma no mayor de \$ 200 000 debe destinarse a una activa experimentación en gran escala del procedimiento del cianuro.

5. Que la experimentación sobre el procedimiento del cianuro debe llevarse a efecto en Saltville, donde existen cantidades disponibles de nitrógeno, soda i carbon i en donde puede estudiarse i utilizarse la actual planta de la Compañía de Productos Nitrogenados.

COSTO APROXIMADO DE CONSTRUCCION I PRODUCCION

A fin de que las recomendaciones anteriores sean consideradas en comparación con los antiguos procedimientos, actualmente en uso en gran escala, me permito esponer el siguiente cuadro que resume algunos datos confidenciales que me ha sido posible obtener de los libros de diferentes Compañías, sobre el costo de producción del nitrógeno.

DETALLE DE LOS COSTOS POR TONELADA DE EL NITRÓGENO CON LOS PROCEDIMIENTOS DEL «ARCO», «CIANÁMIDA», «HABER» I «GENERAL CHEMICAL» (1)

	Arco	Cianámida	Haber	General Chemical
Producto.....	35% HNO ₃	NH ₃	NH ₃	NH ₃
Fuerza requerida...	10.5	2.2	0.2	0.2
Inversiones.....	\$ 1410 (a)	\$ 440 (a)	\$ 340	\$ 300
Costos de explotación (2)	170	150 (b)	119	97
Producto.....	96% HNO ₃	96% HNO ₃	96% HNO ₃	96% HNO ₃
Fuerza requerida...	10.8	2.3	0.3	0.3
Inversiones (3).....	\$ 1550	\$ 670	\$ 570	\$ 530
Costos de explotación (4).....	220	270	239	217

(1) La estimación del Procedimiento de la «General Chemical Co.» está basada en los costos de construcción durante la guerra. Todas las demás en los precios de tiempos normales.

(2) La amortización para la Cianámida, tal como la cargan las Compañías en producción.

Para «Haber» de un 20% del costo de la planta, para reparaciones, intereses i depreciación.

Para «Arco» i «Haber Modificado» 12.1/2% para intereses i depreciación i \$ 5 por tonelada de producto para reparaciones.

(3) Con excepción del procedimiento del «Arco» incluye la planta de amoníaco, energía adicional \$ 10, oxidación i absorción \$ 140, concentración \$ 40, planta de vapor \$ 40:

(4) Con excepción del procedimiento del «Arco» incluye los costos del amoníaco, oxidación \$ 50, concentración \$ 70. No se ha hecho rebajas por el amoníaco no oxidado.

(a) La planta de energía se ha estimado en \$ 100 por caballo de fuerza.

b) Producción de la «Cianámida» \$ 122 i del «Amoníaco» \$ 28. Total \$ 150.



Fabricacion del hierro por medio de la electricidad

En 1913 el Gobierno de Suecia nombró la llamada Comision Minera, con el objeto de investigar si las minas de Nordland, de propiedad del Estado, debian continuarse mirando completamente como reservas para los establecimientos centrales, o podian ser en parte utilizadas en Nordland mismo.

A principios del año último dicha Comision presentó a la Corona los resultados de su investigacion previamente solicitada por la Comision de Caidas de Agua, referente a la posibilidad de procurarse carbon en Nordland superior por el método de horno, para la posible operacion de establecimientos de fundicion con la fuerza de la estacion Hidro-Eléctrica de Porjus. En su informe la Comision Minera dice que, aunque sus trabajos no han sido todavía completados, ha encontrado sin embargo que los recursos conocidos del mineral en Suecia Central son tan grandes que las Minas del Estado en Nordland no necesitan ser mantenidas completamente en reserva, i que por lo tanto, una utilizacion de ellas puede hacerse sin riesgo alguno. De acuerdo con la Comision de Caidas de Agua, considera que un comienzo de tal trabajo pudiera hacerse produciendo el hierro bruto por medio de hornos eléctricos, con carbon como combustible, i usando mineral de las Minas del Estado o Compañías Mineras, o mas posiblemente mezclando ámbas clases. Como fuerza solo se puede contar actualmente con la de Porjus. El fierro bruto así producido seria esportado o utilizado en los establecimientos suecos de acero.

En el verano del año pasado fué formada una Compañía de Fundiciones, que estableció en Porjus hornos eléctricos, para la produccion de silicio de hierro i otras ferro-aleaciones, i con este propósito arrendó a la Comision de Caidas de Agua una corriente efectiva de 3,000 Kw. Los trabajos fueron empezados a mediados de Mayo. Debido a la gran demanda de hierro bruto fundido, la Compañía hace algun tiempo reorganizó sus operaciones de tal manera que tal fierro es producido actualmente por sus fundiciones. Estas obtienen la materia prima para dicho producto de la Corona, que ha concedido a dicha Compañía el derecho de tomar de Luossavara parte de los minerales restantes de antiguos trabajos. Ahora que esta fabricacion ha tenido lugar durante cierto tiempo, ellas desean desarrollar su produccion, i negociaciones se llevan a cabo con el Gobierno a fin de obtener mas mineral de Luossavara.

En Marzo de este año, sin embargo, las Fundiciones de Porjus resolvieron, si era posible, estender sus trabajos incluyendo el horno eléctrico, i en consecuencia, fueron abiertas negociaciones con la Comision de Caidas de Agua, para la compra de mas fuerza en Porjus. Esta Comision les concedió la opcion de 6 kw., adicionales, cuya cantidad las Fundiciones han arrendado al espirar el plazo de opcion, el 31 de Mayo. A fin de obtener la cantidad de mineral necesario, la Compañía a fines de Marzo se ha dirigido al Gobierno solicitando el derecho de tomar de Loussavara anualmente hasta 50.000 toneladas de mineral de hierro, por un período de cuarenta años pagando un derecho de privilegio de 3 coronas por tonelada.

Poco ántes de terminar el período de opcion mencionado mas arriba, el Instituto de hierro presentó una solicitud al Gobierno, en la cual manteria que la produccion en Laponia, de fierro bruto libre de fósforo, con fuerza proporcionada a bajo precio, podia dañar grandemente a la industria sueca del hierro en jeneral, a ménos que dicho fierro pudiera ser útil a ultteriores mejoras. En otro caso pudiera suceder, en primer lugar, que ello trajera como resultado una fuerte competencia a los previos productores de hierro bruto de esportacion, pero, ademas, el hecho es que, debido al constante aumento del precio del carbon en los últimos años, la industria i manufactura suecas de fierro dependen para su existencia misma i desarrollo, de la fuerza eléctrica, i para la industria central es importante el contar, para sus propias necesidades, con las riquezas de hulla blanca que posee el Estado en Nordland superior.

Sin embargo, un contrato ha sido llevado a cabo entre la Comision de Caidas de Agua i las Fundiciones de Porjus. La intencion de estas últimas es ahora de construir hornos eléctricos tan luego como sea posible, i parecen han llegado a esa decision a pesar del hecho que la cuestion mineral no ha sido aun solucionada completamente.

La «Ore Comision» ha rechazado la solicitud de las Fundiciones referente a tomar mineral, alegando que la aplicacion de tal derecho obligaria al Estado de antemano con respecto a la utilizacion de sus recursos en mineral, fuerza i carbon.

A pesar de las decisiones del Instituto i de la Comision las Fundiciones de Porjus piensan evidentemente tener buenas expectativas de que su solicitud sea despachada favorablemente en las próximas sesiones del Parlamento.

Parece tambien que los grandes recursos en fuerza hidráulica del rio Lule i la materia prima en Nordbotten pudieran dar oportunidad a varias empresas para dedicarse a la produccion eléctrica de fierro bruto, ya sea que se establezcan independientemente o como filiales de los establecimientos centrales.

Explotacion i fabricacion del hierro i acero (1)

Desde tiempo inmemorial la minería i fabricacion del fierro han sido industrias de gran importancia en Suecia. La principal razon de ello es que este pais posee una de las mas grandescantidades de dicho mineral en Europa. Segun el avalúo de la produccion mundial actual i conocida, publicado por el Congreso Jeológico Internacional de 1910, la produccion de Alemania era de 3,607, Francia, 3,300, e Inglaterra, 1,300, millones de toneladas, mientras que los depósitos suecos se calculaban en 1,150. Se debe notar tambien que el mineral de hierro sueco es inmensamente rico. Segun la estensiva investigacion internacional mencionada mas arriba, se calcula que el mundo posee 1,300 millones de toneladas de mineral de hierro con 60 o mas por ciento de hierro, i de esta cantidad Suecia no cuenta con ménos de 1,035 millones de toneladas.

Las minas de fierro en Suecia se encuentran en dos distritos separados uno en las provincias centrales, norte i occidente del lago Malaren, i otro completamente al norte de Suecia, mas arriba del círculo polar. Los siguientes son los mas importantes establecimientos mineros en las provincias centrales: Dannemora Grangesberg, Norberg, Riddarhyttan, Dalkarsberg i Persberg. En el norte encontramos Kirunavara, Gellivara i Tuollavara que son trabajados i Luosavara, Leveaniemi, Ekstromberg i Mertainen, que pertenecen al Estado i no están todavía en explotacion.

La dimension de los depósitos minerales varia considerablemente. En las provincias centrales el ancho del mineral es jeneralmente de cinco a 20 metros: pero en algunos lugares como Grangesberg i Strassa, es de cien. El largo de las vetas varia desde algunos pocos hasta cientos de metros, i como jeneralmente un número de vetas está situado próximo a otro, las minas se estienden mucho. Norberg, por ejemplo, tiene un largo de cerca de 20,000 metros. Grangesberg 4,000 i Riddarhyttan 3,500 metros, etc. Las minas del norte tienen mayores dimensiones. Kirunavara-Luossavara miden de largo 7,500 m., con un ancho de mineral de 20 a 196 metros., i las grandes posesiones de Gellivara por un largo de 5,000 metros tienen un ancho de mas de cien metros.

La minería en Suecia ha tenido un crecimiento rápido.

En el año 1911 el producto mundial de mineral de hierro en toneladas fué de 136 millones. La parte con que contribuía este pais a esta cantidad era de 4,5% mas o ménos, ocupando el sétimo lugar entre las naciones pro-

(1) Del Cónsul general de Chile en Noruega.

ductoras de mineral de hierro. Desde 1871 Suecia i Estados Unidos aumentan su produccion a lo ménos diez veces, miéntras que Gran Bretaña, por ejemplo, ha permanecido estacionaria a este respecto.

La mayor parte del mineral de hierro en Suecia es esportado sin refinar, lo que depende en su mayor parte del hecho que este pais no posee carbon.

La estension de la esportacion sueca i su distribucion puede verse en tablas especiales publicadas.

Con respecto a la cualidad se ha visto que ningun otro pais posee un mineral con tan alto porcentaje de hierro; al lado de lo cual hai que agregar que la mayor parte del producto estraido en las provincias centrales es completamente libre de fósforo i azufre, i por consiguiente un excelente material para la fabricacion de acero de la mejor calidad. Las estadísticas muestran que la calidad media del mineral de las provincias centrales contiene 0,005—0,020% de fósforo i 0,005—0,050 de azufre. Durante los últimos años la industria del hierro sueca ha obtenido una mayor cantidad de mineral libre de fósforo i azufre, desde que la concentracion magnética de minerales de baja lei se ha hecho mas jeneral, i como consecuencia, la produccion de briquetas. El desarrollo de la manufactura de concentrados i briquetas lo muestran los números de la tabla N.º 3 dada a luz.

La cantidad total de concentrados que es manufacturada segun el método inventado por el señor Grendal, ingeniero sueco, tiene un porcentaje de hierro de 50—70, i el por ciento de fósforo excede solamente por excepcion 0,010, sin embargo que el mineral bruto que es refinado contiene en ciertos casos mas de un uno por ciento de fósforo. Con el objeto de fabricar los concentrados en forma de pieza i al mismo tiempo de reducir su porcentaje de azufre se construyen briquetas segun el método Grendal, calentándolos hasta 1,200—1,400 grados C., sin agregarles ninguna sustancia astringente con lo cual el concentrado es ablandado por el calor i pasa a ser una masa coherente. Las briquetas así obtenidas raramente tienen mas de 0,010% de azufre.

En 1912 las minas suecas de hierro empleaban 10,500 trabajadores i el valor del mineral producido era de Kr. 49,6 millones.

LA INDUSTRIA DEL HIERRO I DEL ACERO

La industria sueca del hierro es de orijen mui antiguo. Desde los tiempos pre-históricos el hierro fué manufacturado de hidratos recojidos al fondo de los lagos i pantanos. El refinamiento se verificaba por medio de hoyos hechos en el suelo i usando madera como combustible. Esos hoyos eran empedrados. Los habitantes luego aprendieron a usar los ricos meta-

les encontrados en el mineral, i pequeños establecimientos de fundición empiezan a aparecer cerca de los ríos. Los antiguos documentos prueban la estension de la industria minera. En un título de permuta de 1288, Stora Kopparbergs es ya mencionado i un acto de venta concerniente a ciertos intereses en las explotaciones de Norberg lleva la fecha de 1303. En 1347 Stora Kopparbergs Bergslag obtuvo su primer privilejio real. Varios de los establecimientos de acero aun en existencia fueron fundados en los siglos diez i seis i diez i siete. Una abundante provision de ricos i puros minerales, carbon i mas que suficiente poder de agua, permitieron luego a la Suecia jugar un rol importante en el mercado internacional de hierro, siendo al comienzo del siglo diez i ocho el país que producía mas hierro bruto anualmente. En esta fecha, sin embargo, varias invenciones metalúrgicas fueron hechas que neutralizaron grandemente las ventajas mencionadas referentes a las riquezas naturales sobre las cuales el país basaba su preeminencia como nacion manufacturera de hierro. En el año 1730 el coke reemplaza al carbon en las fundiciones inglesas, i mui luego los industriales aprenden a eliminar el fósforo del hierro bruto por medio del pudlaje. I así, tan pronto como fué hecho el descubrimiento de la estraccion de fierro propio a los usos ordinarios, de minerales de baja calidad, con la ayuda del carbon la estension de la manufactura del hierro en Inglaterra, Alemania i Francia exceden la de Suecia.

La provision de minerales de mui alta cualidad i combustible de primera clase en la forma de carbon han permitido a Suecia mantener su posicion prominente como productora de la calidad mas fina de acero en el mundo. Como se verá mas adelante, la manufactura sueca de acero aumenta continuamente, i al mismo tiempo es evidente que se hacen esfuerzos para estenderla i perfeccionarla ántes de ser colocada en el mercado. Con respecto a la fundicion de fierro bruto, ella está basada, como lo mencionamos principalmente sobre minerales que contienen un mínimum de fósforo, i carbon como combustible. La cantidad de mineral libre de fósforo puede decirse ser ilimitada, especialmente hoi dia con la introduccion del método de Grendal i el precio del fierro bruto es determinado en primer lugar por el precio del carbon. Sin embargo desde que los desperdicios de madera de los bosques i aserraderos son usados, mas i mas en la manufactura de celulosa, la provision de carbon se reduce i, por consecuencia, su precio sube. La cuestion carbon es, por lo tanto, de la mayor importancia para la industria del hierro, i los mayores esfuerzos se hacen para reducir su precio por una parte, i para economizar su consumo, en las fundiciones, por otra. El uso de los desperdicios de madera i no del carbon de leña se puede contar como un esfuerzo en la última direccion. El carbon de leña produce menos carbon, i permite coleccionar los sub-productos del alquitran, como espíritu, metileno, vinagre de madera, etc.

Por otra parte, como ya se ha dicho, se hacen esfuerzos para reducir

el carbon de leña en las fundiciones. Hasta el año 1900 todo acero, aun los útiles mas sencillos para el uso doméstico, eran de fierro en cuya fabricacion se usaba carbon de leña, miéntras que actualmente se empieza a emplear coke como combustible en las fundiciones que trabajan acero para el mercado sueco solamente. De este modo en el año 1912, fueron manufacturadas 36,000 toneladas de fierro bruto, empleando coke.

El paso mas importante dado para reducir el consumo de carbon de leña data, sin embargo, del año 1910, cuando el horno eléctrico, inventado por tres suecos, los señores Lindblad, Stalhane i Grenwal, fué trabajado técnicamente a espensas del Jernkontoret (el Instituto Sueco para el avance de la industria de fierro), de manera que fué posible introducirlo en varias fundiciones del pais. En este horno solo se consume tanto carbon de leña cuanto es necesario para la fundicion del mineral, es decir, 20-23 hl., por tonelada, miéntras que todo el calor necesario para la fundicion es suplido por la fuerza eléctrica. Alrededor de $\frac{1}{3}$ H. P., se usa por tonelada de fierro bruto, con un consumo de electrodo de 3 kg.

El consumo de carbon de leña en las fundiciones secas ha, como consecuencia de las medidas antedichas, sido constante, miéntras que la manufactura de fierro bruto ha aumentado rápidamente, como puede verse por publicacion especial.

De la cantidad elaborada en 1912, dada en dicha tabla, 36,853 tons., fueron de fierro bruto trabajado con coke, i 17,561 producidas eléctricamente.

La tabla publicada muestra que la esportacion sueca de fierro bruto trabajado con carbon de leña ha incrementado rápidamente. El fierro bruto esportado i garantido de contener un porcentaje de 0,020 de fósforo i 0,010 de azufre, es usado como materia prima para herramientas de acero i especialmente para material de guerra (placas de armaduras, fusiles, etc.) De la esportacion de 1912, 103,348 toneladas fueron embarcadas para Inglaterra, 41,818, para Alemania, i 20,698 para Francia. Menores cantidades fueron enviadas a los Estados Unidos, Italia i Japon. Como fierro bruto trabajado con carbon de leña de tal excelente calidad no puede ser producido en otro pais. Suecia tiene un cierto monopolio de este ramo especial en el mercado de fierro.

PRODUCCION DE HIERRO FORJADO I ACERO

En Suecia, como en otras naciones la produccion de esta clase de fierro ha sido hecha desde hace largo tiempo en hogares alimentados con carbon de leña como combustible. El metal fué preparado segun antiguos principios alemanes i belgas, siguiendo el sistema aun en uso en Dannemora.

donde el hierro Walloon, de fama mundial, el mas puro de los fierros forjados, es manufacturado. Pero a principios del siglo 19 un nuevo método fué introducido en Suecia de Inglaterra, llamado «Lancashire Hogar», que, comparado con el Walloon sistema, se caracterizaba por una considerable reduccion en el consumo del carbon. Estos dos procesos se emplean aun en el pais para la produccion en grandes cantidades de hierro forjado, conocido por su dureza, maleabilidad, i, en jeneral, por su estremadamente bajo porcentaje en azufre i fósforo. Esta clase de fierro es principalmente vendido para la ésportacion, parte en la forma de «blooms», parte como barras forjadas. Las mejores cualidades son usadas en Inglaterra i Alemania como materia prima para la produccion de las mas finas herramientas de acero. Grandes cantidades son enviadas al Oriente, dónde es mui popular en toda clase de fundicion. En Estados Unidos es jeneralmente conocido como «Hierro Noruego». Respecto a su alta calidad, Harbord, el famoso metalúrgico ingles, en su última «Metalurjia del Acero», hablando de herramientas de acero, dice:

«La alta cualidad de las barras es producto del mejor acero sueco.....
« El fierro (L), hecho del mas puro mineral de Dannemora, es probablemente la marca que tiene las mas alta reputacion como productora de las mas finas cualidades de acero.»

La manufactura i ésportacion de hierro forjado durante los últimos años puede verse en cuadros especiales publicados.

La mâanufactura del acero fué introducida en Suecia en el año 1858, cuando fueron establecidos los primeros Bessemer. Sin embargo que el honor de haber inventado este método debe concederse a Inglaterra, es jeneralmente sabido que los detalles del proceso fueron desarrollados acá, i que un sueco, G. F. Geransson, que poco mas tarde fundó los establecimientos de Sandviken, tiene el honor de haber el primero puesto el proceso Bessemer bajo una base comercial.

Este sistema fué encontrado ser escepcionalmente conveniente a Suecia, con sus minerales libres de fósforos i azufre i su fuerza hidráulica barata, i consiguientemente se desarrolló estensamente, hasta que en los últimos años tuvo que ceder el paso al proceso del «Hogar» abierto. Este fué introducido en Suecia en el año 1868, i despues de muchos ésporimentos, puede decirse que a principios del año ochenta quedó apto a ser útil a las condiciones de Suecia. No fué ántes de 1894 que la manufactura del acero segun este último proceso excedió la del acero Bessemer.

El método Bessemer básico (proceso Thomas Gilchrist), no fué usado aquí en larga escala ántes de 1891, i justamente al mismo tiempo el sistema básico del «Hogar» abierto fué introducido.

Mas o ménos 4 veces mas acero «Open Hearth» que Bessemer es actualmente manufacturado en el pais. La baja en la fabricacion de acero Bessemer, que fué notable durante los años 1895-1905, ha desaparecido ac-

tualmente, lo que demuestra que hai, sin embargo, un mercado firme para el Bessemer, i, realmente, muchos compradores extranjeros son de opinion que el acero Bessemer sueco es para algunos objetos, i especialmente para herramientas de filo, superior al otro, de análisis similar, i que, en jeneral es el mejor acero en el mercado mundial. El Bessemer básico se usa en Suecia para travesaños, placas, materiales de construccion, etc.

El acero ácido, producido segun el otro sistema, sin embargo, i en una forma mas o ménos completa, tal como barrenas, cinceles, limas, i tambien alambres de varias clases de resistencia, comprende la principal parte del acero esportado. A esto hai que agregar el básico segun el mismo proceso. Fabricado de los mas puros minerales, este último es el mas jenuino i blanco material de hierro que haya sido reconocido desde antiguo. La ausencia de impurezas en el acero sueco lo ha hecho mui popular, i aunque su precio, en razon del gran costo de trabajo i carbon de leña, etc., es mucho mas alto que los productos de otros paises, tiene un mercado seguro i una gran demanda.

Durante los últimos años se ha hecho acá un gran esfuerzo para desarrollar la fundicion eléctrica del acero. En relacion con esta obra Kjellin, ingeniero sueco, ha sido el *pioneer*. En 1900 construyó su primer horno de induccion, que fué reemplazado mas tarde por el de Rochling Rodenhau-sen. Otros tipos de horno eléctrico, algunos de los cuales son de construccion sueca, i el maravilloso i barato poder hidráulico, que el pais posee, hacen esperar un rápido desarrollo de esta rama de la industria de acero Sueca.

MANUFACTURAS DE ALEACIONES DE FIERRO

Un rápido incremento en la fabricacion de las aleaciones de hierro en hornos eléctricos ha sido llevado a cabo en Suecia desde 1904. Esta manufactura trata principalmente de la produccion de ferro-silicio, pero se ha comenzado tambien la de ferro-silicio-manganeso.

Ferro-cromo-wolframium i otras aleaciones son hechas hoi dia tambien. La manufactura de las mas importantes de ellas se dá en la tabla especial publicada.

La mayor parte de esta produccion es esportada.

ESPONJA DE FIERRO

Una especie de hierro poroso, llamado «Espanja de hierro», se hace en Hoganas, directamente de mineral concentrado, que contiene de 68 a 70% de hierro en la forma de óxido. El método usado fué inventado por un sueco, Mr. Sieurin. El proceso es el siguiente: concentrados i carbon son pues-

tos en un crisol de arcilla, entre los concentrados i carbon se coloca una fina capa de cal. El crisol con sus contenidos entónces lentamente calentado en una estufa hasta el calor rojo, i esta temperatura es mantenida de diez a catorce dias. El carbon se consume, i el concentrado es reducido a hierro metálico, el azufre del carbon es absorbido por la cal. La esponja de fierro así producida, i que es maleable i libre de carbon, contiene mas o menos 95% de hierro, al rededor de 0,005% de fósforo, 0,010 de azufre i algo de roca, i es usado en lugar de fierro en la produccion de acero. Por este método, que fué completado sino en 1911, 3,979 toneladas de esponja de fierro fueron fabricadas en 1912.

Como se ha visto por lo anterior, la industria de hierro en Suecia, no es mui grande, en comparacion con los otros estados europeos. Tampoco es mui distinto el método de manufactura de acero, del adoptado por ésta industria en otras naciones. Estos métodos han tenido sin embargo que sufrir completa revision a fin de adaptarlos a la produccion de la alta cualidad de acero que Suecia reclama. Hablando en jeneral, puede decirse que durante muchos siglos el arte metalúrgico ha sido sériamente estudiado en este pais i que dicho arte cuenta con una série de nombres suecos, celebrados en el mundo entero. Comenzando con Swedenborg i Polhem, la industria sueca de hierro ha sido avanzada por hombres tan prominentes como Rinman, Torben, Bergman i Berzelius, i durante los últimos años por Eggertz, Akerman, Geransson, i Brinel, todos los cuales son considerados como *pioneers*. Muchos son los problemas que han sido resueltos concernientes a la minería i metalurjia. Recordaremos solamente que la dinamita es invencion sueca, como se dijo mas arriba, que el proceso Bessemer fué técnicamente completado por Geransson, i solo entónces hizo su entrada triunfal en el mundo. Es debido a las invenciones de Grendal i Sieurin que otros dos antiguos problemas han sido técnica i económicamente resueltos, la formacion de briquetas de mineral de hierro en polvo, la produccion directa fierro maleable. El *primer horno eléctrico* ha sido recientemente completado en Suecia i es usado en varias fundiciones, i la primera planta de lamina cion ha sido establecida en este pais. Junto con estas invenciones i parcialmente con la ayuda de ellas, la cualidad del acero sueco se ha mejorado lenta pero seguramente, de manera que apesar de todos los adelantos en la fabricacion de acero en otros paises, mantiene i defiende su posicion como la mejor clase mundial.



Hidrometalurgia del Plomo Arjentífero en la Bunker Hill Smelter ⁽¹⁾

Aunque la hidrometalurgia del plomo ha sido discutida en artículos técnicos i sobre ella se han patentado diversos procedimientos, hasta ahora no ha dado resultados apreciables su empleo en escala comercial. Durante los tres últimos años se ha realizado un estudio serio sobre la posibilidad de desarrollar algun procedimiento por via húmeda para el beneficio de minerales de plomo. Muchos han contribuido al progreso de la Metalurgia en este campo, pero el mayor esfuerzo ha sido realizado por la Bunker Hill & Sullivan, cuyas investigaciones se han basado sobre las esperiencias de varios investigadores anteriores. Los estudios experimentales practicados por la Bunker Hill & Sullivan han tendido a conseguir la produccion de barra con sus minerales sulfurados de plomo i plata en su establecimiento de Kellog en Idaho. El proceso en cuestion comprende cuatro operaciones principales: (1) tuesta, (2) lexicivacion con lejía saturada de sal de cocina, (3) precipitacion electrolítica directa del plomo usando ánodos solubles de fierro, (4) rejeneracion del disolvente.

El rejuvenecimiento del proceso de cloruracion de Holt-Christensen para minerales de cobre, oro i plata, que no es mas que el procedimiento de Longmaid Henderson con nuevos dispositivos mecánicos, contribuyó con el primer ítem de importancia para el presente estudio. En las esperiencias sobre la lexicivacion segun el procedimiento Holt-Christensen efectuadas en Park City, Utah, se comprobó la presencia de plomo en las soluciones del molino. En el molino de Knight-Christensen en Silver City, Utah, Christensen observó nuevamente la presencia de plomo en las soluciones. Aun cuando el contenido de este metal en los minerales beneficiados era escaso, una depositacion de éste tal como tenía lugar en la solucion era altamente deseable puesto que su obtencion sería ganancia neta en los contratos de compra de minerales. En vista de estas observaciones efectuó Christensen algunas esperiencias usando electrodos de fierro. Los resultados parecian halagadores, pero ántes de que pudieran ser verificados para un tratamiento en mayor escala el molino se incendió, lo cual puso término al activo trabajo de Christensen sobre extraccion del plomo. En el plantel de Park City Holt habia realizado tambien algunos trabajos en peque-

(1) Mining and Scientific Press. 25 de Agosto de 1917.

ña escala; pero sus conclusiones fueron desfavorables. En Agosto de 1914 yo empecé a hacer un exámen del sistema de tuesta soplante de Holt-Dern i efectué mis esperiencias en los laboratorios del Bureau of Mines del Departamento de Investigacion Metalúrgica de la Universidad de Utah. En el espacio de dos meses mis trabajos comprobaron las pretensiones de Holt-Dern con respecto al tratamiento de minerales pobres de cobre, plata i oro. En esperiencias efectuadas con el mineral de la American Flag de Utah se consiguió una extraccion casi perfecta del plomo. Entónces propuse al Director de la Estacion, D. A. Lyon, que se continuaran estos trabajos i que se practicara al mismo tiempo un estudio sobre el comportamiento de minerales de zinc en un proceso análogo. El aprobó sinceramente mi proposicion i tiene el mérito de haber prestado su cooperacion constante como consejero i como esperimentador sobre esta materia. Se realizaron importantes investigaciones durante el período de 1914 a 1915 sobre plomo i sobre zinc, llegando a resultados francamente halagadores con respecto al tratamiento de minerales de plomo; pero decididamente desfavorables con respecto al de los de zinc. Durante este período de tiempo se esperimentó con una muestra de relaves de frue-vanner provenientes de la Bunker Hill & Sullivan i el resultado favorable que dió la tuesta de este producto condujo a mi incorporacion en el Staff de la Bunker Hill & Sullivan Mining & Concentrating Co. en Julio de 1915.

En la Bunker Hill & Sullivan estaba en esperimentacion por aquel entónces un procedimiento cuya reseña es la siguiente: se cloruraba el mineral en un horno de reverbero de Dewey i se sometía el producto tostado a la lexivacion en lejía saturada de sal de cocina. El plomo se precipitaba despues mediante cal apagada i el precipitado era separado por filtracion i redisuelto en seguida en ácido acético. Esta disolucion acética se sometía a la electrolisis usando ánodos de grafito i cátodos de plomo. En este trabajo surjieron muchas dificultades tanto de orden práctico como económico: la tuesta era ineficiente i cara; la precipitacion mediante la cal era mui rutinaria en cuanto a su regulacion i modo de usarla, ademas producía un precipitado de baja lei i no precipitaba bien la plata; era difícil eliminar por lavado la sal encerrada por el precipitado; la electrolisis era costosa i el electrólito dejeneraba rápidamente. Pero la peor dificultad consistía en que la solucion de sal de cocina usada en la lexivacion se impurificaba mui pronto en uso cíclico. Estas dificultades hicieron que se abandonara la planta de esperimentacion i se diera comienzo a las esperiencias de laboratorios que condujeron al desarrollo del procedimiento que se describe en seguida, cual promete ser satisfactorio desde el punto de vista económico.

Se hicieron tuestas de ensayo sobre cargas de 500 a 1000 lbs. de diversos productos de preparacion mecánica i mineral bruto en un tipo de tostador intermitente de Holt-Dern con insuflacion de aire, el mismo tipo que se usó

en el plantel de Park City en 1914-1915 para cobre, oro i plata (1). El mineral triturado en seco hasta el tamaño adecuado se mezcla con combustible si es necesario i sal de cocina si se desea, en seguida se agrega agua. Se forma de este modo la «mezcla» de tostador. Una condicion esencial de estas mezclas es que el tamaño del grano del mineral triturado sea tal que se verifique una reaccion completa de las partículas durante la tuesta. Tomando en consideracion que el disolvente empleado en la lexicivacion es la sal de cocina es evidente que será de capital importancia obtener un producto tostado constituido en su mayor parte por cloruro i sulfato de plomo, con la menor cantidad posible de óxido. He efectuado esperiencias con dos clases de galena. Con la de la mina Eagle & Blue Bell de Utah se obtiene una tuesta eficiente cuando se la tritura al tamaño de 8 «mesh». El mineral de Bunker Hill triturado a 8 mesh tambien se tuesta aparentemente de un modo satisfactorio, salvo que las partículas mas gruesas de galena quedan sin alteracion al final del proceso. Parece que la galena de Eagle & Blue Bell decrepitaba durante la tuesta, lo que no sucedia con la de Bunker Hill. En el caso de este último producto talvez es necesario triturar a 20 mesh, a lo ménos. El tamaño del grano del material tiene gran influencia sobre las condiciones mecánicas de la operacion. A fin de dar mayor claridad a esta materia describo a continuacion el tipo de tostador usado en los ensayos. La fig. 1 muestra los detalles de la cuba del horno i la

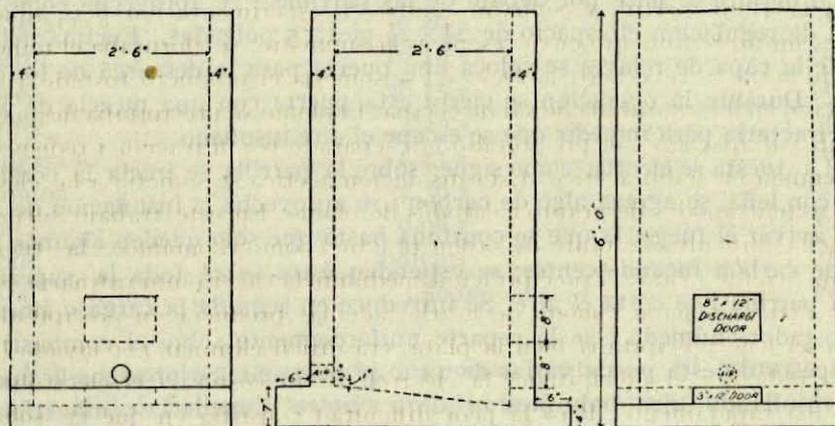


Fig. 1.—Vista posterior

Vista lateral

Vista anterior

fig. 2 muestra los elementos de la parrilla empleada. El tostador consiste esencialmente de una cuba de concreto abierta en el extremo superior por

(1) Literatura sobre el procedimiento de tuesta Holt-Dern: Patentes tomadas en E. U. sobre el procedimiento Holt-Dern N.º 1107240, 1113961 i 2; Bull. A. I. M. E., Julio de 1914, «Chloridizing Leaching at Park City» por T. P. Holt; M. y S. P., Agosto 29 de 1914, «Rejuvenating the Chloridizing Roast» por Sommer Schmidt; Eng. and Min. Jour. Febrero 6 i 13 de 1915, «Chloridizing Blast-Roasting and Leaching» por Glenn A. Keep; U. S. Bureau of Mines, Technical Paper 90; Mex. Min. Jour., Mayo 1915, «The Holt-Dern Process» por C. L. Larson.

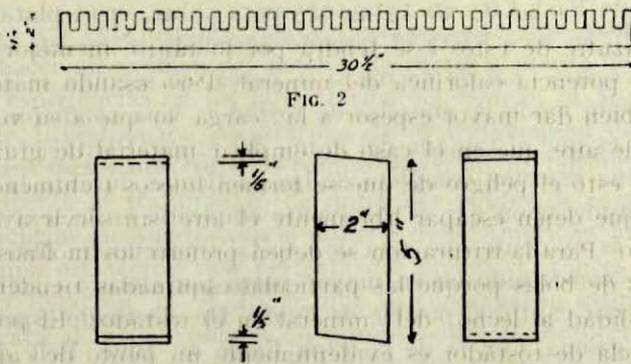


FIG. 2

Fig. 2.—Soporte para la parrilla de madera

el cual se introduce la carga; la parte inferior es cerrada i lleva puertas adecuadas para la descarga de los tostados i para hacer la limpia de la parrilla desde abajo. Las partes de esta última se unen como se muestra en fig. 2.

Los trozos de madera biselados sirven de soporte a las barras dentadas en cuyos huecos entran los extremos de 30 barrotes de $\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{2} \times 30$ pulgadas. Se forma así un emparrillado con espaciamentos de $\frac{1}{2}$ pulgada. A fin de evitar que se quemé la parrilla de madera se la cubre con una capa de relaves de preparacion mecánica de $\frac{3}{4}$ a $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor. La insuflacion de aire se hace por debajo de las parrillas i se aprovecha como cámara de regulacion el espacio de $2\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ pies \times 5 pulgadas. Encima del nivel de la capa de relaves se coloca una puerta para la descarga de los tostados. Durante la operacion se cierra esta puerta con una mezcla de arcilla refractaria para impedir que se escape el aire insuflado.

La tuesta se efectúa como sigue: sobre la parrilla se inicia la combustion con leña, se agrega algo de carbon i se aprovecha la insuflacion de aire para avivar el fuego, la que se continúa hasta que solo queden algunos trozos de carbon incandescentes; se extienden éstos sobre toda la superficie de la parrilla i se corta el aire. Se introduce en seguida la carga o «mezcla de tostador» húmeda i se la reparte uniformemente sobre el combustible. El espesor de ésta puede variar de 12 a 40 pulgadas. Se prosigue la operacion insuflando aire bajo presion de 6 a 20 oz. Cuando la combustion se ha propagado hasta la superficie de la carga, se procede a descargar los tostados i queda listo el tostador para una nueva operacion.

Volviendo a la cuestion del tamaño a que hai que triturar el mineral, se debe observar que miéntras mas fino es el grano, mayor es la dificultad de obtener una carga de permeabilidad uniforme al aire, lo que ocasiona mayor lentitud en la operacion, reduciendo de este modo la capacidad de tuesta por pié cuadrado de superficie de parrilla. El tamaño del grano tambien tiene influencia sobre la cantidad de combustible necesario para la tuesta puesto que miéntras mas finas sean las partículas de mineral, mas perfec-

tas serán las reacciones de los sulfuros, es decir, mas perfecta será la combustion del azufre de éstos i se tendrá por lo tanto un mejor aprovechamiento de la potencia calorífica del mineral. Pero usando material fino se necesita tambien dar mayor espesor a la carga, lo que a su vez exige mayor presion de aire que en el caso de emplear material de grano grueso, i aumenta con esto el peligro de que se formen huecos i chimeneas a traves de la carga que dejen escapar libremente el aire, sin servir a los fines del procedimiento. Para la trituracion se deben preferir los molinos de rodillos a los molinos de bolas porque las partículas esquinadas tienden a dar mayor permeabilidad al lecho del mineral en el tostador. El poder calorífico de la mezcla de tostador es evidentemente un punto de capital importancia en la tuesta soplante de menas de plomo. La galena siempre desarrolla calor por la oxidacion del sulfuro de plomo. La pirita tambien posee un poder calorífico considerable; pero hai factores que pueden ocasionar una disminucion del efecto calorífico de los elementos combustibles de la pirita i la galena. Por ejemplo, en caso que la ganga contenga elementos inertes de elevado calor específico. He aquí el análisis de dos minerales:

	Mina B. H. & S.	Mina Alhambra
Plomo.....	8.28 ^o %	8.04 ^o %
Cal (CaO).....	0.26 »	0.74 »
Fierro.....	16.20 »	21.75 »
Sílice.....	48.15 »	32.10 »
Azufre.....	3.26 »	3.14 »
Manganeso.....	1.43 »	1.47 »
Alúmina.....	2.36 »	11.00 »
Zinc.....	0.98 »	0.20 »
Cobre.....	indicios	0.44 »
Plata.....	3.50 oz	8.40 oz

Estos minerales provienen de dos minas contiguas. El primero, de la Bunker Hill & Sullivan, tratado sin adición de combustible se caldea demasiado durante la tuesta, elevándose la temperatura a tal punto que el material sufre una aglutinacion bastante marcada, lo que orijina pérdidas de plomo i plata, pues se estraen cantidades de estos materiales inferiores a las que se obtienen cuando se opera bajo condiciones adecuadas, en 30 a 50% para la plata i 10 a 20% para el plomo. El mineral de la mina Alhambra necesita la adición de 1½ a 2% de carbon en polvo para conseguir una tuesta satisfactoria. La elevada lei en alúmina de dicho mineral explica la necesidad de añadir esta cantidad de combustible. Para moderar la elevacion de temperatura producida en la tuesta de un mineral de potencia ca-

lorífica elevada se hace uso de un «diluyente», es decir, se emplea un material que absorba parte del calor desarrollado. Con minerales de la Bunker Hill & Sullivan ha dado buen resultado la adición de tostados de operaciones anteriores o de relaves muy siliciosos con lei de plomo i plata. En caso que no sea posible añadir tales productos se puede emplear roca estéril de elevado calor específico i triturada a partículas mas gruesas que el mineral a fin de poderla separar despues por medio de cribas del producto tostado para usarla con nuevas cargas. Si un mineral exige adición de combustible se le puede agregar otro producto que tenga exceso de poder calorífico, se puede mezclar tambien con piritas o con polvo de carbon. Rara vez se necesita usar mas de 2% de este último. Para este fin 2% de pirita equivale mas o ménos a 1% de carbon en polvo; pero aquélla da mejores resultados en cuanto a las reacciones químicas que deben efectuarse.

Los límites del poder calorífico de las cargas de tuesta son los siguientes: (a) el límite máximo corresponde a cargas que producen tostados con las primeras indicaciones de aglutinacion, i (b) límite mínimo, se manifiesta por la tendencia de la carga de no repartirse uniformemente hácia las paredes del horno en todos los lados.

El producto tostado debe ser pulvurento, no debe presentar indicios de aglutinacion i debe mostrar un color azul rojizo. Si despues de la tuesta el producto presenta partículas negras i brillantes, la operacion no ha sido bien conducida i se han formado compuestos de plomo solubles solo en el ácido fluorhídrico. Además un producto fritado o aglutinado no permite la estraccion de la plata. En la tuesta soplante de menas de plomo (se entiende de minerales pobres en azufre ya que se emplea tal clase de tuesta) parece conveniente agregar sal de cocina a la carga. La tabla siguiente contiene los resultados jenerales de tales ensayos.

Clase de tuesta	Lejía neutra de sal de cocina estraccion	Lejía acidulada de sal de cocina estraccion
Sin sal.....	70 a 80% Pb; 0% Ag.	75 a 85% Pb; 20 a 30% Ag.
Con 2 a 7% de sal.....	80 a 90% Pb; 50 a 65% Ag.	88 a 95% Pb; 80 a 90% Ag.

Los minerales contenian 8 a 11% de plomo i 4 a 10 oz. de plata. La tuesta de minerales ricos en azufre en hornos de mufla o en hornos de reverbero ha dado buenos resultados para la sulfatizacion de galena sin emplear sal de cocina. Los carbonatos se comportan en la tuesta de un modo distinto que los sulfuros. Yo ensayé la tuesta soplante con un mineral compuesto de carbonato de plomo proveniente de la mina Wilbert de Idaho que contenía mas o ménos 6% de plomo e indicios de azufre. Intenté primero una cloruracion i, despues de variar las proporciones de cada compo-

nente de la carga i de introducir variantes en la operacion misma, llegué a la conclusion de que se habian formado oxiclорuros de plomo durante el período de enfriamiento. Enfriando tostados en cámaras perfectamente cerradas, en ausencia de aire, parece que se confirmaba la teoría. Se ensayó despues la sulfatizacion del mineral i se alcanzó un rendimiento de 80% usando 10% de piritas (1).

La cantidad de agua necesaria para la mezcla de tostador varia entre 5 i 15% segun la naturaleza de las menas. Minerales triturados a grano fino necesitan mayor cantidad de agua que los de grano mas grueso, i minerales arcillosos exigen mayor proporcion de este elemento que los siliciosos. En la mayoría de los casos se ha visto que el agua no es un factor mui importante en la tuesta de menas de plomo. Hai que cuidar solamente que su cantidad sea tal que se alcancen a humedecer las partículas de polvo fino de la mezcla. En la Metalurgia Jeneral de Hofman se encontrará descrita la teoría química de la tuesta clorurante. En la presente discusion me limitaré a considerar solamente la formacion de cloruro, sulfato i óxido de plomo; sulfatos de sodio i manganeso, i óxidos insolubles de fierro. Mediante la adiccion de un disolvente o por un lavado preliminar todo el cloruro de plomo se trasforma en sulfato en presencia de sulfato de sodio, de tal modo que lo que preocupa en este procedimiento es la solubilidad del sulfato de plomo i no de otros compuestos de este metal. En el procedimiento Holt-Christensen se emplea lejía de sal de cocina de 22° Baumé para el tratamiento de menas de cobre, plata i oro. Esperiencias de solubilidad efectuadas sobre sulfato de plomo muestran en seguida la necesidad de usar una solucion saturada de sal de cocina en la lexivacion de sulfuros tostados, o de carbonatos en caso de emplear ácido sulfúrico junto con la lejía de sal. La fig. 3 muestra los resultados de esperiencias efectuadas con salmuera fresca i sulfato de plomo puro a 15°. Se puede leer una concentracion máxima de 15 gr. de plomo por litro. Todas las esperiencias sobre lexivacion cíclicas realizadas hasta hoi dia indican que este es mas o ménos el máximo que se puede alcanzar. El empleo de salmuera saturada en la lexivacion de tostados implica, en trabajo cíclico, un aumento gradual de la cantidad de sulfatos en la solucion, cuyo resultado es un descenso de la concentracion posible de plomo i una disminucion de la velocidad de lexivacion. El contenido de fierro aumenta tambien hasta 20 gr., por litro mas o ménos i despues se mantiene esta concentracion prácticamente constante; pero no se ha observado ninguna influencia de este metal. La eliminacion a intervalos convenientes o despues de cada ciclo de operaciones, de los sulfatos acumulados, rejenera el poder disolvente de la disolucion.

* El Departamento de Investigacion Metalúrgica de Salt Lake City ha realizado interesantes trabajos sobre la lexivacion directa de carbonatos con lejía acidulada de sal de cocina. Uno de los primeros trabajos efectuados en ese laboratorio se halla descrito en la revista "Met. & Chem. Eng." de Octubre de 1916, bajo el titulo de "Electrolitic Recovery of Lead from Brine Leaches" por Sims i Ralston.

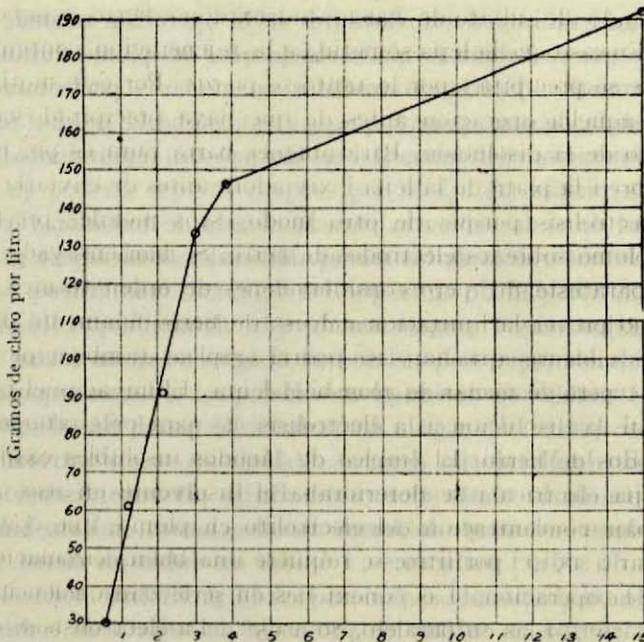


Fig. 3.—Gramos de plomo por litro

Tan luego como se comprobó que la lejía de sal de cocina se impurificaba con sulfatos se trató de reducir a un mínimo la cantidad de éstos en la solución. La experiencia mostró que mas o ménos la mitad del azufre soluble en salmuera contenido en tostados normales se podia eliminar por lavado sin peligro de experimentar pérdidas de plomo i plata. Desde el punto de vista económico habia conveniencia en introducir el lavado preliminar como operacion integrante del proceso. En la lexicviacion cíclica se vió que pasando el contenido de azufre de 5 o 6 gr. por litro, el deterioro de la lejía lexicviadora empezaba a manifestar i aumentaba rápidamente, acompañado de nueva concentracion en azufre. De este modo el contenido en este elemento alcanzaba a 10 o 12 gr. por litro, la lexicviacion del plomo se tornaba estremadamente lenta i la disolucion que se obtenia era casi inservible.

Se podria eliminar el azufre precipitándolo directamente con cloruro de calcio; pero el empleo de esta sustancia no seria económico en la mayoría de las localidades. Por esto se usa la cal apagada, que actúa segun las siguientes ecuaciones químicas:



El precipitado de sulfato de calcio hidróxido de fierro se debe separar por filtracion. En caso que la lejía sometida a la rejeneracion contenga todavía plomo, éste se precipita i por lo tanto se pierde. Por este motivo no se debe efectuar aquella operacion antes de que haya precipitado completamente el plomo de la disolucion. Para obtener barra pura es preciso eliminar todo el cobre i la plata de la lejía lexiviadora ántes de enviarla a los estanques de electrolisis porque de otro modo estos metales precipitarían juntos con el plomo sobre los electrodos de fierro. Se han ensayado numerosos reactivos para este fin, pero consideraciones de órden técnico i económico han hecho prever la limitacion del uso de fierro finamente dividido i de una corta i violenta agitacion. Se podría emplear tambien plomo finamente dividido, pero su accion es mas bien lenta. Eliminados el cobre i la plata, se somete la disolucion a la electrolisis (1) para precipitar el plomo, usando electrodos de fierro. El empleo de ánodos insolubles exijia mayor gasto de enerjía eléctrica i se deterioraba el disolvente en uso continuo. Debido a la baja concentracion del electrolito en plomo, que como máximo puede llegar a 15 gr. por litro, se requiere una buena circulacion del líquido durante la operacion. Las conexiones en serie dan eficiencias de corriente de 60 a 70%, i las en paralelo, 80 a 95%. La electrolisis se continúa hasta que la concentracion ha descendido a 1 gr. de plomo por litro; se produce naturalmente una caída lenta de la eficiencia de corriente. En caso que despues de esta operacion haya que rejenerar el disolvente, se continúa la electrolisis hasta precipitar completamente en plomo. El rendimiento de la corriente cae cada vez mas rápidamente a medida que el contenido en plomo de la solucion baja de 1 gr. por litro. Produciendo la agitacion del electrolito por aire, con la que se hace difícil alcanzar una buena eficiencia i uniformidad, ha resultado mas conveniente precipitar alrededor de la mitad del plomo con densidad de corriente de 50 a 60 Amp. pié cuadrado de superficie de cátodo i continuar despues la precipitacion con una densidad de 20 Amp. por pié cuadrado. Con una agitacion mas eficiente i uniforme del electrolito, como la que se puede obtener por medio de una corriente rápida o por el empleo de electrodos rotatorios, no subsiste la conveniencia enunciada i se puede usar una densidad de corriente constante para todo el período de precipitacion. De este modo la cuestion densidad de corriente constituye un factor crítico en el balance de la produccion i el de los gastos de instalaciones e intereses, mas el ítem a favor de las bajas densidades, provenientes del menor peligro de sobre electrolizar que implica el empleo de éstas. La curva de la fig. 4 indica las relaciones entre densidades de corrientes i produccion por unidad de enerjía para el caso de conexion en paralelo i condiciones ideales de circulacion del electrolito.

(1) Sims Ralston, «The Electrolytic Recovery of Lead from Brine Leaches», Met. & Chem. Eng., 1.º de Octubre de 1916.

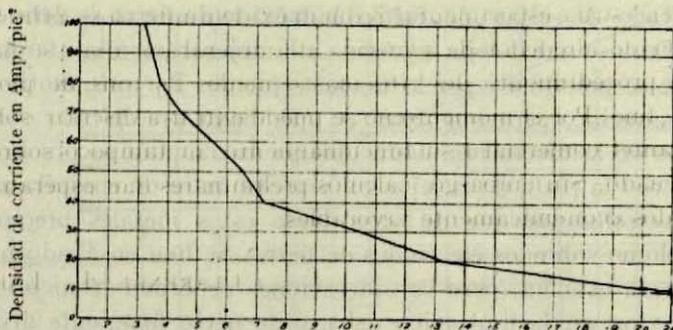


Fig. 4.—Produccion: 5 lbs. por kw-hora.

Una buena circulacion del electrólito i el uso de corrientes de densidad apropiada permiten obtener un precipitado fino i semicristalino, tan suave que se puede comprimir entre los dedos de un modo parecido a las amalgamas. El precipitado de plomo adhiere fuertemente a los cátodos, pero no en forma de plancha. La falta de circulacion adecuada del electrólito provoca la formacion de un depósito de plomo liviano i esponjoso que llena el espacio entre electrodos i flota diseminado en el líquido. Este plomo casi no tiene valor porque no se puede comprimir i por lo tanto no se puede soldar. Es prácticamente un fango. La esponja de plomo separada de la solucion se trasforma en briquetas someténdola a una compresion de varias toneladas por pulgada cuadrada. Estas briquetas se funden para hacer barras. Si el precipitado de plomo se deja al aire i no se comprime pronto, se oxida rápidamente, i en la fusion hai que usar entónces un reductor.

El cloruro ferroso que interviene en las reacciones de rejeneracion del electrólito tiene su oríjen en la disolucion de los ánodos durante la electrolysis. Como el fierro se empieza a precipitar cuando su cantidad en el disolvente pasa de 20 gr. por litro, la rejeneracion de éste debe efectuar ántes de que la concentracion en este metal haya alcanzado ese limite. En caso que el fierro precipite ya durante la lexicivacion de los tostados se debe rejenerar el disolvente despues de cada precipitacion.

En el procedimiento que discutimos se ha empleado lejía neutra de sal de cocina. La tuesta trasforma una parte del plomo en óxido i para disolver este compuesto se acidula lijeramente la lejía. Esta acidulacion favorece de un modo mui marcado la extraccion de la plata. La cantidad de ácido que se necesita es reducida puesto que despues de la tuesta queda solo una pequeña cantidad de material que consume ácido. Se añade la cantidad de ácido suficiente para liberar el metal i despues se efectúa la lexicivacion neutra.

En el presente artículo me he limitado necesariamente a la discusion de las características jenerales de un procedimiento desarrollado en el la-

boratorio i en escala esperimental reducida. Durante los últimos meses se ha beneficiado alrededor de $1\frac{1}{2}$ tons. de mineral por día i se ha estraído mediante el procedimiento descrito mas o ménos 25 tons. de plomo barra con 99,5 de fino. Por el momento no se puede entrar a discutir sobre el costo de un plantel comercial i su funcionamiento, ni tampoco sobre el equipo mas adecuado. Sin embargo, cálculos preliminares dan esperanzas de lograr resultados económicamente favorables.

CLARENCE L. LARSON.



Las minas de zinc i plomo de Shui-Ko-Shan en Hunan, China Central (1)

LOS AUTORES DAN DATOS DETALLADOS DE UNA MINA EN CHINA CENTRAL TRABAJADA POR MÉTODOS MODERNOS. LAS CIFRAS REFERENTES A LOS COSTOS SON DE INTERES ESPECIAL.

INTRODUCCION

La produccion minera de China, escluyendo el fierro i el carbon, proviene de numerosas pequeñas minas del tipo que talvez pueda clasificarse como «trabajos primitivos». La minería a grande escala hasta ahora no ha sido practicada, i actualmente no hai mina bajo control chino, que pueda compararse a las grandes, ni a las medianas de otros países, bajo ningun punto de vista.

En la mayoría de estas minas no se lleva ningun registro ni lista de gastos, i las que lo hacen, a menudo no pueden dar un detalle de los gastos ni tampoco se puede deducirlo.

Por nuestra observacion en vistas i exámenes de minas en varias partes del país, podemos sentar que el promedio de los administradores de minas no poseen preparacion técnica o esperiencia necesaria para sus puestos; ellos raramente entran a la mina o se preocupan de los sistemas de tra-

(1) De *The Mining Magazine*. Febrero 1917.

tamiento. Además sus ideas sobre producción i costos son comunmente vagas.

La falta jeneral de informaciones sobre este punto tan importante es mui deplorable. Sólo se dispone de informaciones a grandes rasgos que son completamente inadecuadas para que de ellas pueda formarse algun cálculo de costo o pueda deducirse un resultado jeneral.

Durante una jira de inspeccion en la provincia de *Hunan*, los autores tuvieron la ocasion de examinar la mina *Shui-Ko-Shan* de zinc i plomo. En esta propiedad, que es la mas grande e importante de su clase en China, se encontró que era una de las pequenísimas en que los gastos de operacion eran rejistrados con cierto grado de exactitud o suficientemente detallados para permitir un análisis.

En la preparacion de estos datos, nuestro objeto principal es el de dar cifras sobre los costos de producción, las cuales, aunque abarcan sólo un corto período de cuatro meses, pueden ser de interés i de valor como un rejistro.

Hunan es una de las provincias del sur de China Central, i se encuentra al lado sur de la gran arteria de comercio, el rio *Yangtze*, que forma una parte de su límite norte. Es talvez la mas favorecida de todas las provincias chinas con vias fluviales. Tres rios, el *Siang*, el *Tze* i el *Yuan*, corren a través de ella i se vacian en el lago *Tung-Ting* que está en comunicacion con el rio *Yangtze*.

La mina *Shui-ko-Shan* pertenece al *Consejo oficial de Minas de Hunan*, i es prácticamente su única empresa minera que le da utilidades, a pesar de llevar la carga de un número de otras minas trabajadas con pérdidas. Los registros existentes, el mas antiguo de los cuales remonta al término de la última dinastía *Ming* (al rededor de 1,600 D. C.), prueban que la mina ha sido trabajada con intermitencias desde hace 300 años. Hacia el fin del último siglo, el trabajo hubo de paralizarse debido a las dificultades i costo del trabajo a profundidad, i en el año 23 de *Kuang-Hsü* (1897), bajo el régimen de la emperatriz Rejente, el entonces gobernador de *Hunan*, habiendo oido hablar de la mina, estableció lo que prácticamente es ahora el *Consejo Oficial de Minas de Hunan* i reanudó el trabajo. Pero pronto se llegó a la conclusion de que para que tuviera éxito la prueba, los métodos nativos debian ser reemplazados por las prácticas modernas. Consecuentemente a esta idea, el actual pozo inclinado fué comenzado con el objeto de modernizar los trabajos subterráneos. En 1912 la mina fué reorganizada i se puso en servicio la planta de preparacion mecánica. El dinero para esto fué obtenido por un préstamo de los señores *Carlowitz & Co.*, de *Hankow*, bajo el contrato de vender a esta firma toda la producción, de la cual un tercio era cancelado por ellos a la entrega i el saldo, es decir dos tercios eran destinados a la amortizacion de la deuda hasta que fuera totalmente redimida.

La mina está situada a pocos kilómetros al sur del río *Siang*, en la *Hsien* o majistratura de *Chang-ning* de la *Fu* o prefectura de *Heng-chow* i a 90 *Li* (56 klm.) al sur de la ciudad de este nombre. Está bien situada respecto a facilidades del transporte. Entre la aldea de *Sung-po*, que es la estación de carga en el río *Siang*, i *Heng-chow*, todo el tráfico del río se hace en juncos. Desde *Heng-chow* a *Changsha* (273 klm.) se puede disponer de pequeñas lanchas de propiedad de chinos. Entre los puertos de *Changsha*, capital de la provincia, i *Hankow* (440 klm.) se mantiene un servicio regular de vapores de río con un calado de 1,5 a 1,8 metros, pero comunmente tiene que suspenderse durante la estación de aguas bajas, de Diciembre a Marzo aproximadamente, en que sólo lanchas de poco calado i juncos chinos pueden pasar. Vapores grandes de río corren todo el año entre *Hankow* i *Shan-gai* (1,000 klm.) i durante los meses de aguas altas, de Mayo a Setiembre, vapores de alta mar pueden a menudo remontar el *Yangtze* hasta *Hankow*. Por consiguiente, entre el puerto de producción i el embarque se dispone de un medio de transporte fácil i barato que no es comun en este país.

Desde *Sung-po* hai un ferrocarril de trocha angosta hácia el sur hasta la mina (6,7 klm.) La vía es de trocha de 60 cm., con rieles de 9,95 kg. por metro. Los trenes son de un peso de cincuenta toneladas de peso total i se componen de 18 carritos de concentrados i su locomotora. En el viaje de retorno se trae carbon i materiales.

JEOLÓJIA

La formación jeológica, aunque interesante, no es de un tipo no comun, i en sus formas jenerales es semejante a la de yacimientos conocidos.

El yacimiento está en calizas, de la serie jeneralmente conocidas como de la formación «GREAT LIMESTONE», i pertenecen al *Paleozoico* o *Mesozoico*. Es probable que esta caliza sea del *Carbonífero*.

Encima hai areniscas coloradas i pizarras del *Cretáceo* o *Terciario*. Estas cubren la parte norte i oeste, mientras que las calizas prevalecen en el lado sur i este. El contacto entre estas dos series puede observarse a 1½ *Li* (0,9 klm.) al norte del pique inclinado principal, i muestra cierta discordancia. La inclinación de la arenisca roja sobrepuesta es de 50° i rumbo N. N. O., contra 70° de inclinación para las calizas. Una corrupción científica, aparentemente en forma de *lacolita*, ha doblado las capas produciendo un *anticlinal*, la cumbre del cual ha sido ya denudada, descubriendo el núcleo intrusivo i una brecha ígnea de fragmentos de caliza, producida en la erupción.

La blenda i la galena aparecen en grandes cuerpos de forma irregular

con piritita i calcopiritita estas diseminadas en la caliza, en o cerca del contacto con la sienita. La calcopiritita se encuentra tambien en la forma de pequeños cristales diseminados en la sienita, i puede ser que hayan sido un constituyente primitivo, miéntras el yacimiento mismo sea el resultado directo de la accion *metasomática* de las soluciones cargadas de minerales que emanaron del *magma* (1).

La presencia de planos de resbalamientos i brechas de falla atestiguan considerables movimientos i presiones posteriores. La brecha ígnea que forma la línea de contacto entre la caliza al N. E. i la sienita al S. O. es bien distinta de la brecha de falla.

El plano del cuarto nivel adjunto, muestra claramente todas estas formaciones que aproximadamente siguen una curva de S. E. a O.

Se han practicado reconocimientos en otros dos puntos vecinos en que las condiciones jeológicas son semejantes, pero no se han encontrado grandes depósitos.

TRABAJOS MINEROS

La mina, que hasta unos quince años atrás era trabajada puramente por métodos chinos primitivos fué reorganizada mas o ménos a la moderna.

Se profundizó un pique de tres compartimientos, de 3,5 por 2 m., con enmaderacion i a un ángulo 51° , i en direccion hácia los trabajos antiguos se le dió una profundidad de 150 m. Además se prepararon niveles a 88, 122, 134 i 150 metros.

Para el servicio de los niveles quinto i último (sesto) se profundizó un pique secundario 50 m. mas abajo del cuarto nivel.

Tambien habia dos minas primitivas, una de las cuales se trabajaba por una galería conectada con los trabajos principales.

La otra estaba en un depósito aislado en el que el trabajo estaba suspendido miéntras se profundizaba un nuevo pique vertical el cual ha sido recientemente comenzado. Este pozo mide 4,2 por 1,9 m., tiene tres compartimientos, dos para elevacion i el otro para bombas i escaleras.

COSTO DE LOS TRABAJOS

Encontramos que todo el trabajo se hacia a trato, como es costumbre usual en las minas chinas. No se usaban máquinas para profundizacion ni para perforacion de galerías, ni para arranques a pesar de que habia un compresor de 60 HP i doce perforadoras en el almacen de maquinarias.

Los precios pagados por metro en profundizacion fueron:

(1) La accion *metasomática* de soluciones metalíferas que emanan del magma en una erupcion es una sustitucion parcial o total de uno o varios minerales de las rocas que atraviesan en su camino. (N. del T.)

	Mejicanos \$	Oro chileno \$	14½d. \$
Nuevo pique vertical 4,70 por 2,60m.....	32,70	68,80	85,00
Pique inclinado 3,90 por 2,40 m....	29,20	61,00	75,40
Pique secundario 3,50 por 2,45.....	29,20	61,00	75,40

La enmaderacion era de pino importado de 20 x 20 cm., de escuadría, i el trabajo de preparacion i colocacion incluso escalera i cubiertas, fué pagado a \$ 0,99 mej. (\$ 2,08 oro chileno) por metro.

Los precios por metro de avance en perforacion de galerias de 1,9 por 1,9 metros fueron:

	\$ Mejicanos	\$ Oro chileno	\$ 14½d.
En sienita o brecha.....	13,60 a 17,45	28,50 a 36,65	35,40 a 45,50
En caliza corriente.....	17,45 a 23,25	36,65 a 48,70	45,50 a 60,60
En caliza dura.....	23,25 a 29,15	48,70 a 61,00	60,60 a 75,80

En estos precios está incluido el acarreo del desmonte hasta el pique o la acumulacion de este en labores antiguas. Los chinos no se dan cuenta de la necesidad de hacer obras de preparacion i es raro que en una mina bajo direccion china se mantenga alguna cantidad de mineral de reserva. Casi es práctica universal arrancar el mineral a medida que se presenta, i de aquí que cuando se llega a una zona pobre, el trabajo tiene que pararse si acaso no vienen nuevos capitales. La mina *Shui-ko-Shan* es, sin embargo, una escepcion a la regla, pues el mineral a la vista en la mina i los acopios en la superficie eran suficientes para alimentar la planta de preparacion durante un año mas o ménos. El trabajo de arranque se pagaba a 36 *cash* por *picul* (\$ 0,51 oro chileno por ton.) de mineral semi-escojido i acarreado hasta el pique. Si el mineral tenía que ser elevado hasta un nivel se pagaba algunos *cash* mas. Para todos los trabajos mineros los contratistas tenían que poner la pólvora por su cuenta i podian comprar alimentos a la misma Compañía a precios reducidos; todo lo que ademas se necesitaba lo ponía ésta. Se usaba como esplosivo pólvora negra de fabricacion china que costaba \$ 0,133 mej. el *catti*, o \$ 0,25 oro chileno el kg. A los apires en los trabajos nativos se les pagaba 142 *cash* (82 *cash* como sueldo i 60 *cash* por derecho a comida), por un mínimo de 11 *picul* de mineral por turno de 8 horas. Esto equivale a \$ 0,182 oro chileno por tonelada. Por cada *picul* adicional se pagaban 18 *cash* extra, o sea se abonaba el exceso a razon de \$ 0,253 oro por tonelada.

Encontramos que las labores estaban mui poco o casi nada enmaderadas i que las paredes se mantenian firmes i se estaba afortunadamente libre de derrumbes en las labores antiguas.

Los salarios pagados por turno eran los siguientes:

	\$ Mejicanos	\$ Oro chileno	\$ 14½d
Bomberos que trabajaban en los trabajos antiguos con bombas de aspiracion de bambú ..	24,25 a 53,35 cents.	0,51 a 1,12	0,63 a 1,39
Colies en la superficie.....	11,64 cents.	0,245	0,304
Trabajadores en la ventilacion por wind-boxes.....	24,25 cents.	0,51	0,63
Carpinteros i enmaderadores.....	19,40 a 33,95 cents.	0,407 a 0,713	0,504 a 0,882
Albañiles.....	17,46 a 24,25 cents.	0,366 a 0,51	0,454 a 0,63
Fogoneros.....	38,8 cents	0,817	1,01
Herreros.....	48,5 cents.	1,02	1,29
Mecánicos.....	\$ 0,485 a \$ 1,455	1,02 a 3,06	1,29 a 3,78
Tornero (maq.).....	\$ 1,455	3,06	3,78

Los turnos eran de 8 horas dentro de la mina i de 10 horas en la superficie.

El número de obreros en la mina «extranjera» era al rededor de 800 en total, de los cuales la cuarta parte trabajaba en la superficie, incluyendo herreros i mecánicos. La mina antigua empleaba alrededor de un décimo de esta cantidad.

El salario medio era un poco mas que \$ 0,20 mej. (0,42 oro chileno).

El tonelaje medio estraido por mes era de 6,375 ton. de las cuales 5,479 provenian de la mina «extranjera».

El costo total de estraccion de una tonelada para la Compañía era de \$ 1,80 mej. (\$ 3,78 oro chileno, \$ 4,68 de 14½d.) repartido como sigue:

	Mejicanos \$	oro chileno \$	14½ d. \$
SUELDOS:			
Trabajos de preparacion.....	0,152	0,32	0,40
Arranque.....	0,452	0,96	1,19
Demás trabajos.....	0,232	0,48	0,60
Consumo de materiales escluyendo enmaderacion i rieles.....	0,659	1,39	1,71
Reconocimientos.....	0,300	0,63	0,78
	1,800	3,78	4,68

TRATAMIENTO DEL MINERAL

Al mineral estraido de la mina se le sometia a una solucion preliminar a mano; al mismo tiempo se le hacia una clasificacion en gruesos, granzas i finos. Despues se apartaban i escojian los gruesos obteniéndose galena i blenda puras listas para el embarque. Las disposiciones para el apartado eran mui primitivas, lo que explica el alto costo por tonelada de este ítem. El mineral era acarreado desde el brocal del pozo hasta cerca del galpon de apartado donde era acopiado. A este galpon, cuyo interior tenia mui poca luz, se traía el mineral en canastos por ser escojido i apartado por niños. El acarreo desde el pique al galpon costaba \$ 0,032 (\$ 0,067 oro) por tonelada. El apartado i escojido era pagado a razon de 13 *cash* por un mínimo de 55 *catis* de mineral separado (\$ 0,33 oro por ton.), mas 80 *cash* (\$ 0,066 oro) para alimentacion. Por cada cinco *catis* adicionales se pagaban cinco *cash* extra (\$ 1,19 oro por ton.) Este mineral así separado formaba mas de la mitad de la produccion total.

Los gruesos i granzas que quedaban (+ 6,5 mm.) se enviaban a la *planta de preparacion «extranjera»*, i los finos eran conducidos a los pisos chinos. El esquema adjunto delinea el tratamiento en la planta «extranjera», i las cifras de la tabla siguiente dan el por ciento regular a que alcanzaban los productos concentrados.

Como se puede observar, los resultados de la concentracion mecánica i a mano presentan una interesante comparacion.

	CONCENTRADOS DE PLOMO			CONCENTRADOS DE ZINC		
	Pb %	Zn %	Ag gr. por ton.	Zn %	Pb %	Ag gr. por ton.
Mineral separado	67 a 73	—	que 5 480 a 850	38 a 53	2,5	sobre 114
Cribas hidráulicas	65 a 75		7 570 a 1050	24 a 28	7 a 15	sobre 370
Mesas Wilfley..	71 a 79		5 820 a 1160	—	—	—
Pisos chinos:						
Finos	56	11	260 a 340	26 a 36	5 a 13	110-680
Trozos.....	67 a 75	7	600 a 710			

Las granzas provenientes de las cribas hidráulicas i que se almacenaban para tratamiento futuro, alcanzaban a 16% Pb i a 16% Zn mas o menos i los ripios a 3% Pb i 8% Zn término medio.

En los pisos chinos la concentracion se hacia a mano en canastos poco

profundos sumerjidos en el agua. El operario despues de darle al canasto dentro del agua unas cuantas pulsaciones hacia dos o tres sacudidas bruscas que traian a la parte de arriba los estériles, los cuales eran retirados con una especie de rastrillo. Repitiendo la operacion se sacaba una nueva cantidad de estériles que eran acumulados en un monton. Ya suficientemente reducido el concentrado, era desparramado en el suelo donde se le chancaba con mayales, una especie de garrotes articulados que se usan en ciertos paises para cosechar el trigo. Despues se volvía a hacer la operacion en los canastos i se obtenía un concentrado final i misto. A estos últimos se les trataba en forma semejante hasta que se eliminaba la galena en su mayor parte, obteniéndose un concentrado de zinc. Los lodos o sedimentos acumulados en las tinas en que se sumerjian los canastos que tenían alrededor de 27% de Pb. i 13% de 2 Zn, se concentraban por un lavado continuado en unos planos inclinados cóncavos construidos de piedras i enlucidos con cemento. Este procedimiento puede considerarse como equivalente a un lavado en artesa o poruña. Los lodos se acumulaban en una fila en la parte mas alta de los planos. Un operador, sentado en el extremo bajo, con una jeringa de bambú dirigía hácia ellos chorros de agua en rápida sucesion. Con cada chorro se desprendía una pequeña cantidad de mineral. Los estériles eran arrastrados hasta la parte baja del plano o eran llevados por el agua mientras que los concentrados se quedaban adheridos mas arriba. Cuando la pila de mineral se acababa, se recojía el concentrado en la parte superior i se seguía el mismo tratamiento con el mineral acumulado en la parte inferior. El método era mui rudimentario i mas o ménos dependiente de la destreza del operador. El producto talvez podia haberse tratado mejor con mesas Wilfley.

Las cifras muestran escepcionalmente que con los métodos chinos a mano se obtenía jeneralmente un mayor grado de concentracion que con los métodos mecánicos usados.

La capacidad de la planta «extranjera» que alcanzaba a 50 ton. por día era mui poco superior a la de los pisos chinos.

En el tiempo de nuestra visita estaba en construccion una nueva planta proyectada para tratar 50 ton. por día. Ahora ya está en funcionamiento.

Las cifras correspondientes al mineral tratado i sobre la produccion durante el período que se consideró son:

	Toneladas	
Tonelaje medio tratado al mes	5483	
Produccion media de concentrado al mes.....	2274	
<hr/>		
DETALLES DE LOS CONCENTRADOS:	Plomo	Zinc
A mano.....	334	961
Planta extranjera	123	418
Pisos chinos.....	100	338
<hr/>		
TOTAL.....	557	1 717

Los costos de tratamiento eran los siguientes:

Por tonelada de mineral tratado, \$ 1,05 mej. (\$ 2,21 oro chileno).

Por tonelada concentrada producida, \$ 2,53 mej. (\$ 5,64 oro chileno).

Por tonelada de concentrados producida, \$ 2,53 mej. (\$ 5,64 oro chileno), de los cuales \$ 2,15 mej. correspondian a salarios i alimentacion.

A los concentradores en la planta «extranjera» se les pagaba a razon de \$ 1,40 a \$ 2,00 mej. (\$ 2,94 a 4,20 oro chileno), por turno de 10 horas habia 3 de ellos en cada turno. Una contabilidad mas detallada que se llevó durante un mes dió los siguientes costos por tonelada de mineral tratado:

A mano.....	\$ 2,25 mej.	\$ 4,73 oro chil.
En la planta «extranjera».....	» 1,10 »	» 2,32 »
En los pisos chinos.....	» 3,30 »	» 6,93 »

En estos números no estan incluidos los sueldos del directorio, reparaciones i fuerza motriz. No fué posible deducir estos ítem de la contabilidad aunque están incluidos en las cifras sobre costos totales de explotación que seguirán.

TRANSPORTE

El costo de transporte llegaba a \$ 1,272 (\$ 2,665 oro) por tonelada de concentrados i se descomponia como sigue:

	\$ mej.	\$ oro chil.
Costo de acarreo en el ferrocarril desde la mina a Sung-po (6,7 klm.).....	0,313	0,657
Carga i descarga en los carros.....	0,090	0,189
Carga en las lanchas.....	0,045	0,094
Flete fluvial desde Sung-po a Chagsha (325 klm.).....	0,827	1,715
	<hr/> 1,272	<hr/> 2,665

En *Sung-po* no habia facilidades de carguío. Los concentrados eran vaciados de los carros volcadores i paleados dentro de canastos que eran acarreados por coolíes hacia la orilla del rio hasta los juncos que los trasportaban hasta *Chagsha*. Ahí eran entregados a los señores Carlowitz & Co.

MAQUINARIA

Se usaba universalmente el vapor como fuerza motriz. La planta de calderas se componia de cuatro unidades Babcock & Wilcox i jeneraba va-

por para producir alrededor de 600 HP. Se quemaba un carbon betuminoso de mediana calidad, estraído en las vecindades i que costaba \$ 6,30 (12,90 oro), por tonelada puesto en la mina. El consumo mensual llegaba a 150 toneladas término medio, incluyendo una cierta cantidad empleada en usos domésticos. Se podía obtener un carbon antracitoso de las minas de *Ping-hsiang*, situadas en la provincia de *Kiang-si* a \$ 8,75 (\$ 18,40 oro), la tonelada con flete, el que equivalía a \$ 1 (\$ 2,10 oro).

Las minas de carbon de *Ping-hsiang* estaban unidas por ferrocarril con *Chüchow*, que se encuentra sobre el rio *Siang* a 47,5 klm. al sur de *Chan-gsha*. Se usaba un poco de este carbon antracitoso solo ocasionalmente en la produccion de gas en una pequeña planta con gasójenos de aspiracion. Esta planta servia para un motor auxiliar de la instalacion de alumbrado eléctrico.

La mina tenia buenos talleres para fundir i montar máquinas, como tambien de calderería.

Se habian hecho coladas hasta de una tonelada. Se construian excelentes motores de vapor i de bombas bajo la direccion de un ingeniero mecánico chino mui competente. Las máquinas allí construidas costaban mas o ménos dos tercios de lo que habrian costado las importadas. De hecho la mitad de la maquinaria para la nueva planta se estaba haciendo en la mina

SUMARIO DE LOS GASTOS

La administracion se dividia en dos departamentos principales: 1.º Jeneral i 2.º Injeniería. Al primero correspondia la direccion jeneral i los trasportes; el segundo tenia a su cargo los trabajos mineros, reconocimientos, preparaciones mecánicas, ensayos, levantamientos i trabajos mecánicos.

La contabilidad se llevaba bajo las siguientes divisiones i subdivisiones:

DIVISION	SUB-DIVISION
Sueldos del directorio i gastos de oficina.....	Sueldo del jerente i ayudantes. Sueldo de los demas empleados, que varian entre \$ 16 (33,50 oro) a \$ 500 (1050 oro) por mes. Gastos de alimentacion del personal inferior de la oficina i cuidadores.
Gastos de la oficina jeneral.....	Material de escribir sellos i telegramas.

	Diversos ítem.
	Varios (la mayor parte pérdidas en el arroz proporcionado a los empleados).
	Policía de la mina
Ingeniería.....	Trabajos mineros (todos los trabajos subterráneos).
	Materiales para la mina (maderas, rieles, acero, combustible, etc.)
	Reconocimientos.
	Preparacion mecánica (gastos), alimentos, materiales).
	Trasporte (acarreo en ferrocarril i flete fluvial hasta <i>Changsha</i>).
	Maestranza.
	Ferrocarril (mantenimiento i operaciones).
	Reparacion de edificios.
	Nueva planta de preparacion.
Construccion i compra de propiedades.....	Propiedades compradas
Varios.....	Varios.
Especiales.....	Gratificaciones, bonos e indemnizaciones por accidentes.
	Aprendices i gastos de taller.

Las cifras dadas a continuacion han sido analizadas i deducidas prolijamente para formar los diferentes ítem.

PERIODO DE CUATRO MESES

	COSTO POR TONELADA			
	Mineral tratado		Concentrados producidos	
	\$ mej.	\$ oro chil.	\$ mej.	\$ oro chil.
Estraccion.....(1)	1,80	3,78	5,03	10,55
Preparacion.....	1,05	2,21	2,53	5,31
Trasporte.....	0,53	1,08	1,27	2,76
Maestranza.....	0,29	0,61	0,69	1,45
Combustible.....	1,72	3,62	4,16	8,73
Oficina.....	0,87	1,83	2,11	4,42
Varios.....	0,64	1,34	1,55	3,26
	6,90	14,47	17,34	36,40

(1) El costo de extraccion ha sido deducido con la condicion de que un saldo fuera almacenado para tratamiento futuro.

Todas las maquinarias o plantas nuevas fuera de las construidas en la mina i materiales como madera, rieles, etc., se compraban por intermedio de la oficina principal de *Changsha* i sus costos no están incluidos en estas cifras. Tampoco se ha consultado ninguna cifra para amortizacion, etc. Estos agregados harian subir el costo total por tonelada de concentrados a \$ 20 mej. o sea \$ 42 oro chil.

PRODUCCION

Los registros oficiales muestran que desde 1896 a 1912 inclusive la mina ha producido un total de:

Concentrados de zinc.....	100 683 ton.
Concentrados de plomo.....	41 837 »

Las piritas del mineral, en un comienzo, se apartaban i despues se sometian a una tuesta por su contenido de azufre; pero desde 1914 se dejó de hacerlo.

Los tonelajes i proporciones para los años 1913 i 1914 son como sigue:

	1913	1914
Toneladas estraidas.....	42 570	64 474
Toneladas tratadas.....	46 037	55 087
Concentrados de zinc.....	10 959	14 420
Proporcion del material escojido a mano en los concentrados de zinc.....	61,4%	58%
Concentrados de plomo.....	3 358	4 977
Proporcion del material escojido a mano en los concentrados de plomo.....	50,4%	57%

Nota.—Para conversion de medidas chinas a métricas i chilenas se han usado las siguientes equivalencias:

1 Li.	= 650 m.
10 Catti	= 1 Picul.
1 Picul	= 59 kg.
1 Cash	= 0,0013 pesos oro chileno
1 Peso mejicano.	= 2,10 » » »
1 Peso mejicano.	= 2,60 Pesos de 14½d.



El mercado de estaño

I. LA FUNDICION DE ARICA.—EL ESTAÑO EN EL MUNDO, DURANTE LA GUERRA I EN EL FUTURO

El consumo del estaño, como el de todos los metales industriales, en jeneral depende de la actividad mundial en la construccion de maquinarias en jeneral, pero el estaño ofrece dos aspectos especiales, que lo diferencian netamente, haciendo de él un tipo único. Estos dos aspectos son:

a) Su produccion relativamente limitada i la imposibilidad de aumentarla, siendo mas bien sensible una disminucion actual o futura, por lo ménos relativamente a su consumo;

b) El segundo aspecto, se refiere, en gran parte, a los usos del estaño. Estos son tales, que el metal desaparece, es decir, realmente se gasta, como sucede en las soldaduras, en los metales blancos i en gran parte en la hojalata, i, por este motivo, a pesar de su precio, la *recuperacion* del estaño usado se calcula solamente en un 10 por ciento de la produccion total, haciéndose esta recuperacion principalmente sobre los recortes de hojalata.

Los empleos principales del estaño son los siguientes: confeccion de hojalata, (es decir, fierro cubierto con estaño en capa mui delgada); confeccion de aleaciones especiales de uso mui estendido, como son principalmente la soldadura, los metales blancos (metales de antifriccion para descansos, etc.); los tipos de imprenta, que lo contienen en menores cantidades; las aleaciones para vasijas, medidas, recipientes, etc.; i las aleaciones para las cápsulas de botellas i para forros de ciertos comestibles; de tabaco, etc., en forma de hojas mui delgadas, que son a veces, de estaño puro otras veces con poco estaño.

Por último, las tintorerías i las industrias químicas consumen tambien una buena porcion, i, en menor cantidad, el vidriado de las lozas i los estañados de diversos útiles.

Una ojeada sobre los consumos a que se destina el estaño hace ver que no es un metal de guerra; pues en jeneral los broncees empleados hoi dia en municiones, etc., son broncees a base de zinc.

Si la situacion del estaño durante la guerra no habia cambiado gran cosa relativamente hasta los últimos tiempos, era debido a estos hechos, esplicándose su escasez actual i su alto precio por la actividad jeneral que

se ha provocado en las industrias con la entrada en la guerra de los Estados Unidos, probablemente reforzada aun esta causa con una merma en la produccion de Asia, que se considera mui probable.

Despues de la guerra no hai duda que la actividad industrial del mundo será mayor i mas rápida que el aumento de produccion del estaño, que no solo no aumenta sino que aun está espuesta a una disminucion. Las condiciones del estaño, pues, para despues de la guerra, serán necesariamente favorables, sin que naturalmente sea posible predecir el precio que alcance, el cual, segun toda probabilidad, puede decirse que no bajará fácilmente de £ 200 la tonelada.

2. DATOS DE PRODUCCION I PRECIOS

En los últimos tiempos, con motivo de la guerra, las estadísticas sobre los metales vienen mui incompletas. En los últimos años la produccion mundial de estaño se estima como sigue en toneladas inglesas de estaño fino:

PRODUCTORES	1913	1914	1915
Estados Malayos (Straits).....	64,607	65,186	68,226
Bolivia (Esporacion a Europa).....	24,844	18,786	22,615
Banka.....	14,934	9,563	13,621
China.....	8,390	7,215	8,000
África.....	3,436	5,351	5,293
Australia.....	3,240	1,544	2,479
Cornwall (Inglaterra).....	4,500	4,000	4,000
Billiton.....	2,208	1,663	1,817
TOTALES.....	126,150	113,308	126,051

Comparados estos números, se nota que el total prácticamente es el mismo i que hai una disminucion para Australia, Billiton, Banka i un aumento para Africa i Estados Malayos.

Las cifras disponibles dan para los once primeros meses para los Estados Malayos 42,696 toneladas en 1915, contra 39,926 en los once primeros meses de 1916, es decir, una sensible disminucion; i como la esporacion de los Straits da para esas mismas épocas 60,209 i 56,914 toneladas, se nota que alguna disminucion debe haber tenido lugar tambien en otros puntos de Asia que surten a los Straits.

Se ha pronosticado para 1917 una disminucion aun mayor de esas regiones que abarcan mas de 50% de la produccion del mundo.

En los últimos tiempos, especialmente en Estados Unidos, la existencia de estaño es sumamente reducida, i esto hace creer que los pronósticos respecto al Asia se confirmarán, cuando se publiquen las estadísticas respectivas.

En cuanto a los precios medios anuales i hasta Noviembre inclusive, en Estados Unidos e Inglaterra, ellos se dan en el cuadro siguiente, el cual se ha agregado en la última columna el precio equivalente en libras al precio en centavos de dollar por libra, como se cotiza en Estados Unidos, calculando 4,75 dollars por libra:

AÑOS	Precios en Inglaterra £ por toneladas de 2240	Precios en Estados Unidos centavos por libra equivalente en £	
1914.....	151,14	34,30	161,75
1915.....	163,96	38,59	182,03
1916.....	182,00	43,48	205,04
1917 (sin Diciembre).....	232,02	59,50	280,59

En Noviembre el precio fué de 74,74 centavos en Estados Unidos que que corresponderia a £ 352.46 la tonelada, miéntras que Inglaterra era de £ 274.94.

I el 12 de Diciembre se cotizaba en Lóndres a £ 302, siendo en Estados Unidos \$ 0.88, que corresponde a £ 414.99.

En tiempos normales, ántes de la guerra Europea, la diferencia de precio entre ámbas cotizaciones, reducidas al cambio normal, equivalía jeneralmente a unas 2 o 3 libras, habiendo, sin embargo, de vez en cuando, mayores diferencias.

Una mirada sobre estas cifras, i especialmente sobre la diferencia de precio entre Estados Unidos e Inglaterra, dejan perplejo al espíritu mas perspicaz. La literatura científica no trae sobre esto esplicacion.

De unas dos o tres libras, que es la diferencia normal, sube esta a mas de £ 10 en 1914; cerca de £ 20 en 1915; £ 23 en 1917; a mas de £ 77, como término medio, de Enero a Noviembre de 1917, i alcanza a mas de £ 110 en Diciembre 12.

¿Ha sido tan grande la actividad desplegada en Estados Unidos en las industrias al entrar en la guerra? ¿Hai algo anormal que no se conocé aun en Asia? ¿Escasean tanto los fletes?

Nada puede contestarse a estas preguntas a punto fijo.

Lo que hai de seguro es que los momentos actuales son mui propicios para comprar barrilla de estaño, basándose en la cotizacion inglesa para vender la barra en Estados Unidos; esto no necesita cálculos ni comentarios.

En cuanto al futuro del precio jeneral del estaño, se cree que en los Estados Malayos, donde se calculaba hace dos años el precio de costo alrededor de £ 150 la tonelada, se debe estimar actualmente ese mismo costo en no ménos de £ 200; i al ser esto efectivo, el estaño no *podría bajar de ninguna manera a ménos de £ 250 por tonelada para cubrir los fletes, ganancias etc.*

I cabe aquí la observacion muchas veces repetida de que los Estados Malayos son los verdaderos reguladores del precio i de que, en jeneral, impiden que se forme un *stock* grande en las épocas de bajos precios, como seria natural que sucediese. En efecto, la produccion de ese pais proviene toda de lavaderos o veneros, como los llaman en Bolivia, i obtenida en su inmensa mayoría por individuos mas o ménos aislados, sin instalaciones, sin capital, i aun mas, sin necesidades personales.

Productores como estos paralizan sus faenas con la misma facilidad que reabren los trabajos, i tanto la paralización como la entrega de mineral cuando empiezan las operaciones, es casi instantánea. Productores como estos no pueden trabajar sino con una ganancia buena o no trabajan. Por otro lado, no controlan tan fácilmente la subida del precio porque su número tiene que ser determinado i tambien porque no es justamente la ambicion lo que caracteriza a ese pueblo en jeneral. Los Estados Malayos son, pues, una garantía de que el precio no bajará nunca de cierta cantidad que se puede estimar, como se vió en £ 250 para el futuro (si las condiciones de vida de Asia siguen como actualmente) i no constituyen un inconveniente para que el precio suba hasta las cifras alcanzadas actualmente.

3. EL PLANTEL DE FUNDICION DE ARICA

A) *Capacidad*.—Con los pocos trabajos efectuados en el primer horno de fundicion, se ha visto claramente que este plantel, con sus tres hornos ya instalados suponiendo uno siempre en reparacion, va a tener una capacidad superior a la que se esperaba, calculada en 1,000 toneladas mensuales de barrilla. Realmente, por lo que ya se ha visto, su capacidad será superior a 1,200 i probablemente a 1,500 toneladas mensuales. Con barrillas de 66.1/3%, esto correspondería a una produccion de estaño fino de 800 a 1,000 toneladas mensuales o sean 12,000 toneladas al año.

Esta produccion seria superior a la de cualesquiera de los paises productores (véase el cuadro estadístico) ménos los Estados Malayos i Bolivia, i practicamente igual a la de Banka. Significa esto tambien, que como capacidad de produccion, este plantel será de los mayores que existen en el mundo i probablemente sólo superior en este sentido por un plantel existente en los Estados Malayos i otro existente en Inglaterra, que nunca trabaja a plena capacidad.

B) *Sistema de beneficio*.—El sistema de fundicion en Arica no ofrece innovacion ninguna, sino que sigue los sistemas de produccion empleados en Inglaterra. La única diferencia esencial con ese pais, consiste en que los hornos serán de mayores dimensiones i quemarán petróleo. Estas innovaciones no son sino ventajas, como ya se ve claramente, que es seguro tener sobre el consumo con carbon una diferencia grande a favor, segun los cálculos que aconsejaren tomar ese camino; i segun la corta esperiencia hecha hasta el momento, se nota que por ese capítulo, la ventaja sobre el proyecto será considerablemente a favor de la economía.

C) *Limpia de la barrilla*.—Mucho mas cuidado que en cualquier plantel de fundicion de estaño, escepcion, quizás, de algunos de Alemania, se tomará en Arica para la limpia de la barrilla de estaño ántes de su fundicion. Para ello se dispone de hornos de calcinacion i de una separadora magnética, con cuya ayuda podrá en jeneral obtenerse barrilla que permita producir barras comercialmente aceptables, siendo seguro obtenerlas sobre el tipo Standard, es decir, de mayor lei de 99,75% de estaño.

Esto ya se puede considerar como un hecho confirmado, pues el estaño bruto ya obtenido directamente del horno de fundicion, sin refinacion ha alcanzado a 99½% i el resto es casi todo fierro, que es la impureza mas fácil de separar de la barra de estaño en la refinacion.

Para mejorar aun la barrilla i, por consiguiente la barra, se estudia actualmente la conveniencia de hacer uso de ciertas sales en la calcinacion i tambien la conveniencia de instalar una pequenita fábrica de ácido sulfúrico, con lo cual, limpiando convenientemente la barrilla, puede llegarse a un estaño casi químicamente puro.

D) *Aleaciones del estaño*.—Un gran consumo de estaño se hace en aleaciones diversas, siendo las mas corrientes la soldadura de los hojalateros i los llamados metales blancos o de antifriccion. Ambas cosas i algunas otras mas podrán prepararse en Arica en forma mui conveniente, obteniéndose con ello mayor ganancia que con la venta del estaño, ya que se economiza el flete de ida i vuelta a Europa o a Estados Unidos, lo que hoi dia alcanza por tonelada a mas de 15 libras esterlinas.

E) *Otros horizontes para la fundicion*.—Pero no paran ahí las probabilidades de negocio de la fundicion; quedan aun muchos otros, como ser:

1) El calor perdido por los hornos puede dar origen a mas de 400 HP., que deben aprovecharse como fuerza o como calor.

Como calor, las industrias químicas ofrecen mucho campo. Como fuerza, su venta directa, la electrolisis de algunos metales, la separacion del Wolfram, etc.

Dadas las bases existentes en Arica i sus alrededores i dada la existencia en Bolivia de tantos minerales valiosos i de difícil beneficio, como el bismuto i otros de ménos importancia, el porvenir del negocio de la fundicion en Arica, dándole el debido desarrollo i adoptando los caminos con-

venientes, puede convertirse en una de las mas fuertes empresas industriales del país i aun de América del Sur.

I los productos que obtenga no necesitarán, en jeneral, ir a Europa i Estados Unidos, pues tienen abiertos los mercados de Chile, Bolivia, Perú i aun Argentina, en condiciones mui convenientes i con mayores ventajas económicas.

GUILLERMO YUNGE.

Situacion de los mercados de Minerales, Metales i Combustibles

Diciembre 24 de 1917

Minerales de hierro en Bilbao.—Dice *Informacion de Bilbao*:

Apenas si habia transacciones en el mercado de minerales de hierro, pues sea que los mineros coticen sus productos a precio elevado, o que los compradores se abstengan de comprometerse a cerrar contrato ante la incertidumbre de los embarques, las ventas realizadas han sido mui escasas.

Por otra parte, debido a la carestía de carbon, i sobre todo a las dificultades cada vez mayores para adquirir este combustible, los mineros han reducido notablemente la produccion del carbonato.

Ademas, el Gobierno ingles, que resulta el único comprador de mineral, ha fijado ya un precio determinado, o sea 41/- por el rubio i 38/- por el carbonato con garantía de 50% de hierro i escala de seis peniques en estado natural i 8% de sílice i escala de penique i medio, siendo de cuenta del vendedor el flete a un tipo ya determinado, así como el seguro de guerra, i mientras el Gobierno no suba de precio o los mineros de aquí no lo reduzcan, no es fácil realizar transacciones.

Nosotros conocemos la venta de 5,000 toneladas rubio, de primera, a pesetas 20,50 la tonelada; la de 2,000, tambien rubio, a pesetas 21; i la de 5,000, igualmente rubio, a pesetas 18.

De carbonatos sabemos se han vendido 3,000 de primera a pesetas 19,50; 3,000 algo mas inferiores a pesetas 16,50 i 2,000 a pesetas 17,50.

No conocemos otras transacciones.

El mineral embarcado por el puerto de Bilbao durante el mes de Noviembre del quinquenio último ha sido

Años.....	1913	1914	1915	1916	1917
Toneladas.....	217,318	134,069	162,365	209,489	197,121

CARBONES.—*Carbones asturianos.*

Pesetas

Cribados.....	130,00
Galleta.....	120,00
Granza.....	100,00
Menudo.....	90,00

(Franco bordo en los puertos de embarque).

Carbon inglés.—Segun manifestaciones del ministro de Fomento, la importacion del carbon ingles en España durante la primera quincena de Diciembre ha sido la siguiente: 24,000 toneladas de carbon, 2,500 de cok i 3,500 de aglomerados.

Mercado extranjero.—Los precios de todos los mercados en jeneral no han variado. Las dificultades que la escasez de tonelaje impone a la exportacion, coartan al mismo tiempo a los productores, que no consiguen mayores precios.

Cardiff.—Cotizan como sigue, chelines la tonelada: carbon, sin humo, superior, a 33; ídem carbones de vapor, segun calidad, a 30,9; segunda calidad, a 31,6; seco, superior, a 30; seco, ordinario, a 28,6 menudo, superior, bituminoso, a 33; Rhonda, número 3, grueso, a 30,9; ídem, menudo, a 26; número 2, grueso, a 27; ídem, menudo, a 19; briquetas, a 30.

Swansea.—Antracita gruesa, superior, a 30; ídem segunda, a 29,6; ídem tercera, a 27,6; «Red Vin», gruesa, a 25,6; galleta triturada a 20; ave-llana triturada, de 39 a 42,6; Beans, triturada, de 33 a 35; Duffbilly, a 6,6.

Carbones de vapor; grueso superior, a 30; ídem segunda, a 27; menudos, a 19; ídem segunda calidad, a 17.

Newcastle.—Carbon de vapor, grueso, superior, de 30 a 32,6; ídem Tyne, primera calidad, 29,6 a 32 carbon de vapor segunda calidad, de 25,6 a 30; ídem no cribado, de 24 a 25; carbon de gas, superior, de 25 a 30; ídem, segunda calidad, a 23,6; carbon de cok, de 224 a 225, menudos al cok, de 17 a 18; cok de fundicion, a 42,6.

ÚLTIMOS PRECIOS DE LÓNDRES

Telegramas de la casa *Bonifacio López Bilbao*:

(*Telegrama del 15 de Diciembre*).

<i>Cobre</i> .—Cobre standard, al contado.....	£	110.	1.0
» Best selected.....		121.	0.0
» Electrolítico.....		123.	0.0
<i>Estaño</i> .—Del Estrecho.....		300.	0.0
» Inglés, lingotes.....		302.	0.0
» » barritas.....		304.	0.0
<i>Plomo</i> , español sin plata.....		30.	0.0
<i>Plata</i> , por onza, peniques.....		43.	1/8
<i>Mercurio</i> .—Por frasco.....		25.	0.0
<i>Antimonio</i> .—Régulo.....		110.	0.0
<i>Aluminio</i>		230.	0.0
<i>Sulfato de cobre</i> .—Inglés.....		68.	0.0

Indice jeneral del Boletin de Minería de 1917

A

	Pájs.
Accidentes del trabajo, Lei de.....	195
Acero, Progresos de la industria eléctrica del.....	209
Acero. Nuevos puntos de vista en la fabricacion eléctrica de.....	333
Acero en el horno eléctrico, Fusion i refino del.....	423
Alvarez Mendiluce, E.....	476

B

Barclay Thomas H.....	196
Brown Guillermo..... 343 i	316
Bertrand Alejandro.....	441
Brüggen, Dr. Johannes.....	486

C

Carbon de «La Ternera» (Copiapó) Informe sobre el.....	486
«Comité de Aproveccionamiento de Nitrato». Recomendaciones hechas al Gobierno de parte del.....	525

D

Dragado de oro Tierra del Fuego.....	517
--------------------------------------	-----

E

Electro-metalurjia en Suecia, La.....	46
El petróleo mejicano.....	65
Efecto del carbonato de soda en los calderos.....	186
El procedimiento Haber para la síntesis industrial del amoníaco..... 343 i	441
Espancion de la minería Japonesa.....	472
Estaño, El mercado de.....	594
Esplotacion i fabricacion del hierro i acero.....	564

F

Flotacion, Una explicacion sobre el procedimiento de la	49
Felsch Johannes, Dr.	183 i 317
Fabricacion eléctrica del acero, Nuevos puntos de vista en la.....	333
Fusion i refino del acero en el horno eléctrico.....	423
Foster Bain, H.....	479
Fabricacion del hierro por medio de la electricidad.....	562

G

Gandarillas Matta, Javier.....	3-97 i 239
--------------------------------	------------

H

Hatch F. A.....	387
Horno eléctrico de fundición, La evolucion del.....	416
Hernández, E. A.....	416
Hierro colado, La fabricacion eléctrica del.....	496
Hidrometalurjia del plomo arjentifero en la Bunker Hill Smelter.....	571
Hierro por medio de la electricidad, Fabricacion del.....	562
Hierro i acero, Esplotacion i fabricacion del.....	564

I

Industria del hierro i del acero por medio del horno eléctrico, Practicabilidad de llevarla a cabo en Chile.....	173
Industria minera, Ultimas leyes aplicables a la.....	195
Industria eléctrica del acero, Progresos de la.....	209
Industria Minera en Nueva Gales del Sur.....	316
Informe sobre el reconocimiento jeológico de los indicios de petróleo en la provincia de Tarapacá.....	317
Informe sobre el carbon de «La Ternera» (Copiapó).....	486

L

La produccion i consumo del carbon i su influencia en el desarrollo económico de las naciones.....	3-97 i 239
La electrometalurjia en Suecia.....	46
La enerjía hidro-eléctrica de España i sus aplicaciones	167
Lawrence, A. H.....	173
Leyes aplicables a la minería.....	195

La evolucion del horno eléctrico de fundicion.....	416
Las Minas de Vizcaya i la guerra.....	476
Los yacimientos de cobre de Katanga.....	479
La fabricacion eléctrica del hierro colado.....	496
Las minas de zinc i plomo de Shui-Ko-Sahn en Hunan, China Central.....	581

M

Metalurjia del cobre, Procedimiento «Malsch i Hennes».....	44
Mundt, Guillermo.....	189
Mathews, Dr. John A.....	209
Minería Japonesa, Expansion de la.....	472

N

Neutralizacion i depuracion de los residuos de los esta- blecimientos industriales.....	201
--	-----

O

Oro en Tierra del Fuego, Dragado de.....	517
--	-----

P

Procedimiento «Malsch i Hennes».....	44
Petróleo Mejicano, El.....	65
Practicabilidad de llevar a cabo en Chile la industria del hierro i acero por medio del horno eléctrico.....	173
Progresos de la industria eléctrica del acero.....	209
Prieto, Manuel A.....	221
Plan de creacion de una gran fábrica metalúrgica.....	338
Procedimiento Haber para la síntesis industrial del amoníaco, El.....	343
Petrolíferos, Suspension de los denuncios.....	439
Plomo arjentífero en la Bunker Hiel Smelter, Hidrome- talurjia del.....	571

R

Reconocimiento jeolójico en el valle del río Lluta cerca de Poconchile, kilómetro 41 del Ferrocarril de Arica a La Paz.....	183
---	-----

Relacion entra la jeolojía i la minería.....	387
Recomendaciones hechas al Gobierno de parte del «Comité de Aprovevisionamiento de Nitrato».....	525

S

Situacion de los mercados de minerales, metales i combustibles en Europa..... 92-216-520 i	599
Sociedades de esportacion en Escandinavia.....	189
Salitre, Estudios sobre elaboracion de.....	221
Síntesis industrial del Amoníaco, Procedimiento Haber para la.....	343
Suspension de los denuncios petrolíferos.....	439

U

Una explicacion sobre el procedimiento de la flotacion.....	49
Ultimas leyes aplicables a la industria minera..... 195 í	439

Y

Yunge Guillermo.....	594
----------------------	-----



Sociedad Nacional de Minería

Casilla núm. 1807 — SANTIAGO— Moneda 759



Obras en venta:

Estadísticas

<i>Egaña.</i> —Informe anual sobre las minas de Chile en 1803.....	\$ 5.00
<i>Hermann, Alberto.</i> —La producción en Chile de los metales i minerales mas importantes, de las sales naturales, del azufre i del guano, desde la conquista hasta fines de 1902.....	5.00
Estadística Minera de Chile.—Volúmen I. Año de 1903.....	5.50
» » » — » II. de 1904-1905....	6.50
» » » — » III. de 1906-1907....	agotada
» » » — » IV. » de 1908-1909....	6.50
» » » — » V. » de 1910.....	6.50

Padrones de Minas

Padron Jeneral de Minas de 1897.....	\$ 5.00
» » » de 1899.....	5.00
» » » de 1905.....	5.00
» » » de 1911-1912.....	5.00
» » » de 1913-1914.....	5.00
» » » de 1914-1915.....	5.00
» » » de 1915-1916.....	5.00

Carbon

<i>Brüggen, Dr. J.</i> —Informe sobre las exploraciones jeológicas de la rejion carbonifera del sur de Chile.....	5.00
<i>Brüggen, Dr. J.</i> —Los carbones del valle lonjitudinal i la zona carbonifera al sur de Curanilahue en la provincia de Arauco.	5.00