

BOLETIN

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente	Directores Honorarios	Vice-Presidente
Cárls Besa	Cesáreo Aguirre Cárls G. Avalos	José Luis Lecaros
Acuña, Guillermo Aldunate Solar, Cárls Blanquier, Juan Barriga, Cárls Elguín, Lorenzo	Gandarillas, Javier Ghigliotto Salas, Orlando Koerting, Berthold Lanas, Cárls Lezaeta A., Eleazar Secretario OSVALDO MARTINEZ C.	Lira, Alejandro Malsch, Cárls Pinto, Joaquín N. Yunge, Guillermo

El procedimiento Haber para la síntesis industrial del amoniaco

por

ALEJANDRO BERTRAND

Ingeniero civil i de minas de la Universidad de Chile

(Continuacion)

Apéndice Bibliográfico.

(Los títulos de las Revistas Técnicas i obras citadas se dan in-extenso la primera vez que ocurren, i las restantes en abreviaturas usuales. Los números impresos en tipo *grueso* son los del respectivo volúmen o tomo.)

I.—FUENTES ORIGINALES DE DOCUMENTACION

GMELIN-KRAUT, en «*Handbuch der anorganisches Chemie*», 7.^a ed. **1**. I. pp. 199, 213, 828, i

ABEGG, en «*Handb, anorg. chem.*» **3**, III, p. 65, dan un sumario de los estudios anteriores a los de Haber sobre la síntesis del amoniaco.

1905.—HABER i van OORDT, en «*Zeitschrift für anorganische Chemie*», **43**, p. II: **44**, 314, dan cuenta de su investigación sistemática del equilibrio en la reacción de síntesis del amoniaco.

1907.—HABER i LE ROSSIGNOL, en «*Bericht*», **40**, p. 2144.—Nuevas investigaciones sobre el «equilibrio» i estudio de «catalizadores».

1907.—HABER, en «*Zeits. für Elektrochemie*», **13**, p. 460, da la descripción de sus primeros aparatos.

1907.—NERST, en «*Zeits. f. Elektrochem.*», **13**, p. 52; **16**, p. 96.—Estudios teóricos sobre la influencia de la presión hasta 70 atmósferas.

1908.—JOST, en «*Zeits. f. anorg. chem.*», **57**, p. 425 i «*Zeits. f. Elektrochem.*», **14**, p. 373: experimentos sobre la influencia de la presión.

1908.—HABER i LE ROSSIGNOL, en «*Zeits. f. Elektrochem.*», (Abril 1.º), **14**, p. 181-513.—Estudios del «equilibrio» bajo presión de 30 atmósferas.

1910.—HABER, en «*Zeits. f. Elektrochem.*», **16**, (Abril 1.º), p. 244.—Descripción del aparato experimental. (Repr. en «*Chemiker Zeitung*», Abril 5 i extractado en «*Chemical Trade Journal*», Abril 16; traducido en «*Circular Trimestral de la Asociación Salitrera de Propaganda*» N.º **52**, p. 218).

1911.—GROSSMANN, en «*Die Stickstofffrage und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft*» (p. 49), publicado en Mayo de 1911, hace una corta reseña del estado de los trabajos de Haber (Cf. «*Circ. As. Sal. de Prop.*» N.º **56**, p. 257).

1911.—DWYER, Wm. D., en «*The American Fertilizer*» de Diciembre 16, hace una reseña bastante completa que ha sido traducida en «*Circ. As. Sal. de Prop.*» N.º **58**, pp. 144/5.

1912.—NORTON, «*Utilization of Atmospheric Nitrogen*», 1 vol. de 178 pp. publ. en Washington. Descripción del procedimiento Haber, pp. 29-32: Procedimiento para producir hidrógeno barato, pp. 33-38: Gasto de combustible, p. 38.

(Citas de Norton hechas por el Inspector Fiscal de la Propaganda Salitrera en su «*Memorias*» de 1912 en «*Documentos del Consejo Salitrero*», 1912, pp. 39, 40, 46, 47, 53, i en «*Circ. As. Sal. de Prop.*» N.º **60**, pp. 95, etc., en «*Industria i Comercio de Sustancias Azoadas*», pp. 25, 49, 82, 83, 87, 95, 97, 103).

1912.—WEITZ, Dr. Max., en «*Chilesalpeter als Düngemittel*», 2.ª edición fechada en Mayo de 1912, da en la p. 551 una corta reseña de los recientes experimentos de Haber en el «*Kaiser Wilhelm Gesellschaft*» de Berlín i de sus transacciones con la «*Badische*». Dice que aun no está asegurada la «rentabilidad del procedimiento».

1912.—HOLBING, M. V.—Conferencia dada en Viena (Marzo 8) publ. por el «*Osterreichische Chemiker Zeitung*» (Mayo), trad. al francés por el «*Moniteur Quesneville*», repr. en el «*Engrais*» de Octubre 11, sobre «Los nuevos procedimientos de la preparación industrial del amoníaco». Después de describir el de Haber dice que «quedan que vencer muchas dificultades ántes de poderlo hacer entrar a la práctica industrial».

1912.—BERNTHSEN, en «*Transactions 8th International Congress of Applied Chemistry*», 28, pp. 182-210, repr. en «*Chem. Ztg.*», 1912, p. 1133, en «*Journal of Industrial and Engineering Chemistry*», **4**, pp. 460-7; trad. en «*Docs. Cons. Sal.*» 1912, pp. 82-109. Conferencia sobre el Procedimiento Haber en Nueva York, Septiembre de 1912, repr. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 59, pp. 119-128.

1913.—HABER i LE ROSSIGNOL, en «*Zeits. o. Elektrochem.*», **19**, (Enero 15) pp. 53-72. Publica informe detallado presentado en 1909 a la «*Badische Anilin und So-*

dafabrik», con discusion de la termodinámica de la reaccion reversible entre el ázoe i el hidrójeno. Extractos de esta importante Memoria publicaron el «*Journal of the Society of Chemical Industry*», **32**, pp. 134-8; «*Metallurgical and Chemical Engineering*», **11**, pp. 211-4; «*Journal of Ind. and Chem. Eng.*», **5**, pp. 328-31.

1913.—BERTRAND, A., en «*L'Engrais*» de Marzo 21, 1913, pp. 293-309, publica una version francesa de su Memoria sobre «Le Marché Mondial de l'Azote en 1911-1912», en que trata del procedimiento Haber (Véase la 2.^a parte de estas Notas).

1913.—MATIGNON, en «*Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie Nationale*» (Junio, 1913), pp. 815-17, hace una esposicion somera de la teoría i características del procedimiento Haber (Cf. «*Evolucion de las Industrias del Azoe*», pp. 66-7).

1913.—LEPSIUS, en «*Deutschlands Chemische Industrie, 1188-1913*» (Diciembre) pp. 41-44, caracteriza la parte que le cabe al amoniaco sintético, compresion de gases, etc., en los progresos de la química industrial en Alemania en el último cuarto de siglo. (Cf. «*Ev. Ind. Az.*» p. 6).

1914.—PLUVINAGE, en «*Le Phosphate*» (Abril 6) pp. 326-7, anuncia el funcionamiento normal de la fabricacion sintética del amoniaco en Oppau.

1914.—KNOX.—«*Fixation of Atmospheric Nitrogen*» (Abril), 1 vol. de 112 pp. En la seccion segunda de esta monografía se desarrolla por primera vez la evolucion de la síntesis del amoniaco, con la relacion i técnica de sus diversas fases, acompañada de figuras para ilustrar el órgano mas esencial del aparato. [Cf. «*Ind. Com. Subs. Az.*» p. 82 i «*Ev. Ind. Az.*», p. 41].

1914.—(Anilin Konzern), en «*Finanz-und Handelsblatt der Vossische Zeitung*» (Mayo 2).—Relacion de las Asambleas Jenerales de las Sociedades «Aktien Gesellschaft für Anilin un Sodafabrikation» en Berlin, «Badische Anilin und Sodafabrik in Ludwigshafen», i «Elberfelder Farbenfabriken vorm. Bayer u. Co. in Leverkusen», en las que se resolvió el aumento de Capital de estas tres empresas para la fabricacion del amoniaco sintético en la segunda de ellas. (Cf. «*Memoria del Inspector Fiscal de Propaganda Salitrera*», Julio 31 de 1914 en «*Circ. As. Sal. de Prop.*» N.º 62, pp. 274-97; «*Ind. Com. Subs. Az.*», pp. 31-32; «*Ev. Ind. Az.*», p. 7).

1914.—SERPEK, en «*Zeitschrift für Angewandte Chemie*», **27**, pp. 41-8, discurre en Viena sobre el aspecto químico del problema jeneral de la síntesis del amoniaco inorgánico, basándose en las especificaciones de las patentes otorgadas a los diversos inventores. (Cf. «*Circ. As. Sal. de Prop.*», N.º 62, pp. 41-2).

1914.—HABER, en «*Zeits. angew. chem.*» (Junio 9) **27**, 1, pp. 473-7.—El autor discute en detalle la historia del desarrollo i la termodinámica de su procedimiento cuyo éxito industrial confirma en su Conferencia de Bonn, el 6 de Junio de 1914. (Cf. referencia penúltima).

1914.—HABER, en «*Journal Soc. Chem. Ind.*», **33**, pp. 52-4, espone las condiciones termodinámicas que limitan los rendimientos de los procedimientos de arco i de la síntesis del amoniaco; cree que cada procedimiento tiene un campo de operacion propio.

1914.—CROSSLEY, en «*Journal Soc. Chem. Ind.*», **33**, pp. 1140, da una breve descripcion del procedimiento Haber..

1915.—SUMMERS, en «*Trans. Amer. Electrochem. Soc.*», **27**, pp. 339-83; «*Proc. Am. Inst. Electr. Eng.*», **34**, pp. 337-81; «*American Fertilizer*», (Marzo 20), pp. 41-52;

Metall. and Chem. Eng., **13**, pp. 241-4; trad. «*Circ. As. Sal. de Prop.*», N.º **66**, 2 (Agosto), pp. 13-33 (ver la 2.ª parte de estas Notas); contiene indicaciones comparativas sobre la economía del procedimiento Haber i los otros para la fijacion del ázoe atmosférico. (Cf. «*Ind. Com. Sus. Az.*» Nota 76; «*Ev. Ind. Az.*», p. 92).

1915.—WASHBURN, en «*Trans. Am. Electrochem. Soc.*», **27**, pp. 385-402; «*Metall. and Chem. Eng.*», **13**, pp. 309-14; «*Amer. Fert.*» (Abril 2), pp. 21-29. Conferencia del Presidente de la «*American Cyanamid Co.*» en la misma fecha que la anterior (Cf. «*Ind. Com. Sus. Az.*» Nota 76; «*Ev. Ind. Az.*», p. 93).

1915.—PEACOCK, en «*Trans. Am. Electrochem. Soc.*», **27**, pp. 409-17, toma parte en discusion sobre las conferencias anteriores; no cree en la importancia comercial del procedimiento Haber.

1915.—LANDIS, en «*Metall. and Chem. Eng.*», **13**, pp. 218-20.—Conferencia en Washington (Marzo 17, 1915) i en Filadelfia (Marzo 18), del Director técnico de la «*Amer. Cyan. Co.*» en las que espresa dudas sobre el carácter remunerativo del procedimiento Haber. (Cf. «*Ind. Com. Sus. Az.*» Nota 76; «*Ev. Ind. Az.*», p. 93).

1915.—«*Badische Anilin und Sodafabrik*, en «*Landwirtschaftliche Wochenschrift für Pommern*» de Mayo 21, 1915, en su Memorial presentado al Reichstag, refiriéndose a la situacion del mercado salitrero ántes de la guerra, observa que:

«La situacion ha cambiado desde que hemos emprendido la fabricacion sintética del amoniaco en grande escala, que el costo de produccion del Salitre de Chile sube constantemente mientras que nuestros costos de produccion bajan... i apresurarán el fin de las Oficinas Chilenas de Salitres». (Cf. «*Ev. Ind. Az.*», p. 14, Apéndice I, pp. 237-242).

1915.—HABER, en «*Zeits. f. Elektrochem.*», **21**.—Nuevas investigaciones sobre el «equilibrio» a varias temperaturas i presiones, calor específico, etc.; en colaboracion con Tamaru, Ponnaz (i. c. pp. 89-106); con Maschke (i. c. pp. 128-30); con Oeholm (i. c. pp. 191-245).

1915.—MARTIN, Geoffrey.—«*Industrial Nitrogen Compounds and Explosives*» (Julio de 1915; edicion Norte-Americana en 1916). El capítulo V de este tratado, (pp. 53-6) contiene una traduccion de la esposición de Haber en 1913, acompañada de figuras. Dice haber sido informado que el costo del Sulfato derivado del amoniaco Haber, sólo cuesta 2 £ 6 sh. 6 d. la tonelada (sea fr. 0.37 el kilo de ázoe) i cree que este procedimiento tiene mas porvenir que los otros.

1915.—EHRENBERG, en su folleto «*Wie muss sich das Stickstoff-Monopol gestalten?*» Julio 6, 1915, trad. i publ. en «*Ev. Ind. Az.*» Apéndice II, pp. 243-266), trata del amoniaco Haber i declara que:

«No cabe duda que el procedimiento Haber será el que produzca la unidad de ázoe a menor precio, principalmente a medida que abarate el costo del hidrógeno; que «puede asegurarse que la «*Badische Anilin und Sodafabrik*» puede producir el kilógramo de ázoe a Pfs. 50 i que ese puede admitir que el costo de produccion del amoniaco Haber en las fábricas del Estado será mui poco superior al de la *Badische*» (Cf. «*Ev. Ind. Az.*», p. 257).

1915.—WASER, en «*Chem. Ztg.*», (Oct. 16, Nov. 27 i Dic. 1.º), en su reseña del «Progreso de la Gran Industria Química Inorgánica en 1913 i 1914», se ocupa detenidamente del proceso Haber, acerca del cual suministra una completa documentacion para cada una de sus fases: técnica (p. 902); enumeracion i descripcion sumaria de las patentes otorgadas a la *Badische Anilin und Sodafabrik* en Alemania, Francia, Esta-

dos Unidos, etc., (p. 903); fases industrial i financiera (p. 915). (Cf. «*Ev. Ind. Az.*», páginas 24-25)...

1916.—FLEURENT.—«*Les Industries Chimiques en Allemagne*», folleto que contiene una serie de Conferencias dadas en el Conservatorio Nacional de Artes i Oficios de Paris. En la de Febrero 24, 1916, se ocupa este Profesor del amoniaco Haber; esta parte de la Conferencia ha sido traducida i publicada en Chile («*Circ. As Sal de Prop.*», N.º 69, pp. 79-83); Cf. «*Ev. Ind. Az.*», p. 71).

1916.—«*Frankfurter Zeitung*».—La edicion de la tarde (*Abendblatt*) de Mayo 29, trae en su seccion comercial (*Handelsblatt*) un articulo titulado «*Die Deutsche Sticksstoffindustrie*», que fué transmitido a Estados Unidos por el Cónsul de ese pais para su insercion en los «*Commerce Reports*», (publ. «*American Fertilizer*», de Sep. 2, 1916) i reproducido por la prensa técnica de ámbos hemisferios, en traducciones no exentas de vacíos i errores. (Cf. «*Chemical Trade Journal*», de Junio 17-1916 i «*Circular de la Asociacion Salitrera*» N.º 70, pp. 29-32, i que contiene los siguientes acápites concernientes al amoniaco Haber:

«En 1914 se presentó por primera vez en el campo de la práctica un nuevo competidor del Salitre de Chile en forma de amoniaco sintético. La posibilidad de producir Amoniaco por medios puramente químicos era ya conocida desde tiempo atras i era un tema favorito de la literatura química. Al principio tuvo mayor divulgacion el procedimiento llamado Noruego, en cuya explotacion en grande participó tambien la industria química alemana; la dificultad para implantarlo a grande escala en Alemania era la escasez de fuerzas hidráulicas.

«Pero cuando la «*Badische Anilin und Sodafabrik*» en union del profesor Haber desarrolló en una forma extraordinariamente completa el procedimiento de este inventor, basado en principios mui sencillos i que hará época, retiró su cooperacion a la industria Noruega del ázoe i se dedicó con toda enerjía a la instalacion industrial del procedimiento Haber.

«Al estallar la guerra la «*Badische*» producía con este procedimiento cantidades ya considerables para proceder de una sola fábrica..... las siguientes cifras manifiestan cuán rápido, hasta rayar en lo increíble, ha sido el desarrollo de la capacidad productiva (reducida a sulfato) del procedimiento Haber:

«Las primeras cifras de produccion en grande fueron las de 1913, 30,000 toneladas. En 1914 subió la produccion a 60,000 toneladas. A mediados de 1915 se fijó la capacidad de produccion en 150,000 toneladas i desde 1916 se ha fijado en 300,000 toneladas.

«No es ningun secreto que la «*Badische*» levanta nuevas instalaciones poderosas en otras localidades de Alemania; de suerte que la capacidad de produccion de 1917 sobrepasará en mucho la fijada para 1916.

«Asumiendo que en un porvenir próximo el procedimiento Haber aporte al mercado 500,000 toneladas de Amoniaco (sulfato), resultaria que el poder fertilizante de esta fuente de ázoe se habia acercado mucho al del salitre importado anualmente (ántes de la guerra) de Chile a Alemania. (De paso cabe observar que esta última cifra de produccion, procedente de una sola firma, a un precio de 250 marcos (la tonelada de sulfato), representaria un comercio anual de 1,250 millones de marcos)».

1916.—BARTOMEU-GRANELL, José; en Conferencias dadas en Mayo de 1916 en Barcelona, sobre «*Nuestra Produccion i la Defensa Nacional*» (publ. en folleto de 96 páginas), bajo el título «*Abonos Nitrogenados*», dice:

«Ultimamente han cobrado mucha importancia en Alemania i Austria, el método electro-sintético de Llavati, el térmico puro de Hausser i sobre todo el catalítico del Dr.

Haber, que produce ahora grandes cantidades de amoniaco, transformables en ácido nítrico por el método de Ostwald, i que *ha constituido uno de los mejores medios de defensa de los alemanes*.

1916.—VIZCONDE DE EZA (Diputado a Cortes por la provincia de Soria, actual Ministro de Fomento), en su esposicion «*La Pasividad de España ante las futuras luchas económicas*» ante el cuerpo electoral de Soria (foll. de 74 pp., Octubre de 1916), reproduce las informaciones que anteceden de Bartomeu, e invocando el ejemplo alemán del «cartel de materias colorantes que acaba de agrupar estrechamente alrededor de la *Badische Anilin*, fábricas que representan un valor de mas de mil millones», aboga por la creacion en España de *laboratorios de investigacion*, i agrega que como «no resultaria económica la instalacion de un laboratorio en cada fábrica..... se impone la *agrupacion* entre fabricantes de productos análogos para instalar laboratorios para su especialidad».

1916.—BAGLEY, en «*The Iron and Coal Trades Review*» (Junio 2), pp. 627-29, bajo el título «*Sulfato de Amoniaco i Benzol*», califica al amoniaco Haber de «factor decisivo» en el mercado futuro del ázoe, i agrega que es «defacto el mas económico i superior a otros procedimientos». (Cf. *Ev. Ind. Az.*, pp. 50-1).

1916.—LUNGE.—«*Coal Tar and Ammonia*»: 5.^a edicion inglesa en 3 vol.—El 3.er tomo (574 pp.) consagrado enteramente al amoniaco, contiene en el Capitulo XIII, una descripcion mui completa de los diversos métodos en uso para producirlo; incluye una discusion del procedimiento Haber i una lista con descripcion sumaria de las patentes otorgadas a los inventores i a la «*Badische*».

1916.—BARNITZ, en «*Metall and Chem. Eng.*» (Octubre) 14, pp. 494-8, hace una relacion detallada e ilustrada del procedimiento Messerschmitti para la preparacion económica del hidrójeno por la descomposicion del agua por el contacto del hierro al calor rojo. (Cf. «*Ind. Com. Sus. Az.*», p. 30), adoptado recientemente en Alemania con exclusion de los demas, en 14 instalaciones con costo de 20 millones de dólares. En un plantel de este sistema que funciona en Estados Unidos, sale el hidrojeno de 40 a 45 cents. los 1,000 pies cúbicos (céntimos de 7 a 8.3 por metro cúbico, o sea fr. 0.78 a fr. 0.93 el kilo de hidrójeno). Una traduccion en extracto se publica en «*La Nature*» de Marzo, 1917, p. 174.

1917.—MATIGNON, en «*Revue Générale des Sciences*», Enero 15, pp. 6-12; Enero 30, pp. 50-56, se ocupa del amoniaco Haber, con motivo del proyectado Monopolio del ázoe en Alemania. (Conferencia en el Conservatorio Nacional de Artes i Oficios de Paris dada en Marzo 19, Cf. «*Ev. Ind. Az.*», p. 74), esponiendo que:

«Es un hecho que, por instigacion, de la *Badische* i de las otras sociedades de productos químicos que debian mas tarde aglomerarse en un poderoso consorcio (en Mayo 1916, Cf. «*Ev. Ind. Az.*», p. 35), el proyecto de monopolio fué abandonado. *La conclusion interesante que se debe desprender de esto, es que el procedimiento de sintesis del amoniaco, a partir de sus elementos, suministra realmente el producto azoado fundamental a un precio de costo suficientemente bajo.* Puedo afirmar, en efecto, que, en las condiciones prebélicas, *el precio de costo del kilogramo de ázoe no pasa de fr. 0.75*, lo que equivale a 150 francos por tonelada de sulfato, siendo así que *se puede avaluar aproximadamente en fr. 1.20 el precio de costo del kilo de ázoe bajo la forma de nitrato de soda, incluyendo, se entienda, los derechos de esportacion*, impuesto por el Gobierno de Chile (sean fr. 0.443 por kilo) i el flete (fr. 0.16, es decir a 25 fr. por tonelada de salitre)».

1917.—HOSMER, en «*General Electric Review*» de Enero, Febrero i Marzo i en

«*Journal Ind. Eng. Chem.*», de Abril, pp. 242-438, da una Bibliografía descriptiva de la «Literatura de las Industrias del Azoe» durante el quinquenio 1912-1916, compilada en el Laboratorio de Investigaciones de la «General Electric Co.», de Estados Unidos, que contiene 152 referencias de las cuales sólo 17 conciernen al amoniaco Haber. Pero a este respecto previene en la Introduccion que:

«En cuanto al hecho de que las opiniones aquí citadas favorecen marcadamente ciertos procedimientos (el de la Cianámid) debe tenerse presente que ciertos intereses industriales ahora prominentes en este país, han contribuido desproporcionadamente a nuestra literatura. Es mui posible que otros procedimientos cuyo elogio no se ha hecho aquí (el de Haber), resulten mas baratos i eficientes que aquéllos. Por ejemplo, informaciones mui recientes, de naturaleza fragmentaria parecen indicar que los alemanes han colocado su confianza en el proceso de Haber, el que bien puede haber progresado i experimentado muchas mejoras durante los últimos dos años».

1917.—NORTON, en «*Scientific American*», de Abril 21, declara que «Es probable que el costo total de produccion del amoniaco sintético no excede de 3 cents. por libra, en vez de 7 cents. que cuesta pasando por la Cianámid. El método Haber bajaria el costo del amoniaco, de \$ 149.21 (la tonelada de 2,000 libras=907 kilos), a \$ 63.93 (sea fr. 0.44 el kilo de azoe).

1917.—BARNITZ, en «*Metall. Chem. Eng.*», (Mayo 15), p. 611, repr. en «*Chem. Tr. Jl.*», (Junio 30), pp. 547-8, hace la historia de la «Produccion de hidrógeno por el método de contacto del hierro candente» i de las patentes de privilegio otorgados en diversos países para este procedimiento.

1917.—FLORENTIN, en «*Le Génie Civil*», (Junio 2), pp. 353-55. Este ingeniero químico de la Escuela francesa de Puentes i Caminos, describe la técnica i tecnología del procedimiento Haber utilizando los datos mas recientes, enumerando las patentes principales otorgadas en Alemania, Francia i otros países.

1917.—MAXTED, Dr. Edw. B., en «*Chem. Tr. Jl.*», de Julio 21-1917, pp. 49-51, publica una comunicacion hecha en la reunion anual de la «Society of Chemical Industry», tenida el 19 en Birmingham, sobre «La Sintesis del Amoniaco i su oxidacion a ácido nítrico» en la que hace una «descripcion del trabajo emprendido i de los resultados obtenidos por su propia Compañía hácia el establecimiento, sobre una sólida base técnica, de una industria del amoniaco sintético en Gran Bretaña». Declara que esta industria «constituye, una vez que se han vencido las dificultades iniciales, el método mucho mas económico de que se dispone para fijar el azoe atmosférico... i acompañado con la subsiguiente oxidacion del amoniaco a ácido nítrico, es acreedor a que se le preste la debida atencion desde el punto de vista de la economía nacional».

De algunas informaciones dadas por el Dr. Maxted nos hemos valido para completar las respectivas partes de nuestra reseña; entre aquéllas merece particular mencion, dada la seriedad del autor i de la corporacion a la que se dirige, la que dice textualmente: «El costo del amoniaco sintético por tonelada, bajo condiciones normales en este país, debe poderse cifrar alrededor de £ 10 a £ 12 la tonelada» (equivalentes de 25 a 30 céntimos el kilo de amoniaco; de 30 a 36 céntimos el kilo de azoe).

1917.—TEICHMANN, Wm. C., Cónsul de Estados Unidos en Alemania, en «*Commerce Reports*», del 30 de Julio, 1917, resume las cifras i características financieras de la gran «Combinacion de las Compañías Químicas Alemanas», así como las de actual produccion de amoniaco sintético por el procedimiento Haber, que concuerdan próxi-

mamente con las que se dan en el texto. (Repr. en «Chem. Tr. JI.», p. 178 de Septiembre 1.º de 1917).

1917.—«*The Engineers*», de Agosto 24, en un editorial titulado «*Synthetic Nitrogen Compounds*», trata de la «*Produccion sintética del amoniaco*» en estos términos:

«Las futuras posibilidades de este procedimiento son enormes, i no cabe duda que está destinado a desempeñar un papel prominente en la industria química, no sólo de Alemania, sino en todo el mundo».

1917.—«*The Journal of Industrial and Engineering Chemistry*» de Easton (Estados Unidos de 1.º de Septiembre, inserta (pp. 289-841) bajo el título «*Nitrate Supply Committee Recommendations on Synthetic Nitric Acid for the Government with Report on various Methods*», los Informes elevados al Brigadier-Jeneral William Crozier por la Comision de Ingenieros que el Gobierno de Estados Unidos envió a Europa a fines de 1916 para visitar las instalaciones i estudiar los métodos i progresos que la industria de la «*Fijacion del ázoe del aire*» ha alcanzado durante la guerra. Las Notas siguientes conciernen a esos documentos.

1917.—PARSONS, Charles L., Químico-Jefe de la Seccion de Minas del Departamento del Interior; Secretario Jeneral de la Sociedad Química Americana. Enero 27. «*Preliminary report to the ordnance department of the war department on the nitrogen industry with recommendations regarding the methods to be used by the united states government in procuring the necessary nitric acid required for munitions by war and navy departments*».

«En vista del hecho que Alemania ha invertido millones de dólares en planteles de ázoe sintético los que continuarán produciendo ázoe sintético despues de la guerra; que Alemania produce mas que el doble de la cantidad de ázoe combinado que importaba bajo la forma de Salitre de Chile; que de consiguiente el mercado aleman para el Salitre de Chile no existirá despues de la guerra (essentially non-existent); que el presente gran consumo norteamericano i aliados de municiones cesará; i que durante la guerra la produccion norteamericana de Amoniaco de los sub-productos de los hornos de coke ha aumentado al punto de exceder nuestro consumo normal, parece seguro que el precio del ázoe combinado para usos industriales i agricolas bajará mucho cuando pase la guerra. Esto, creo, es reconocido i esperado por todos los interesados en la produccion de ázoe combinado».

«Ademas es bien sabido que varios de nuestros grandes establecimientos están activamente empeñados en estudios para la instalacion de planteles de ázoe sintético de varias clases para hacer frente a sus propias necesidades industriales i con toda probabilidad el procedimiento «*Haber*» entrará en activa competencia industrial con nuestro mercado de amoniaco en planteles americanos tan luego como la guerra haya concluido. Fábricas para la oxidacion de amoniaco pueden ser rápidamente instaladas en forma provisoria (crude) como han sido erijidas i utilizadas en Alemania, si la necesidad lo requiere».

«En consecuencia, soi de opinion que no es de prever emergencia seria, para Estados Unidos, que no pueda ser satisfecha con adecuada celeridad en tiempo de guerra, i nuestro primer problema, despues de proveernos de una razonable reserva de Salitre de Chile, es de familiarizarnos con los métodos mas eficientes para la oxidacion del amoniaco i preparar el personal necesario para construir i trabajar en los planteles de oxidacion del amoniaco».

1917.—PARSONS, Charles L., (véase Nota anterior). Abril 30. «*Report on nitrogen industry*» (pp. 839-841):

«Cuando escribí mi «*Informe Preliminar*» (Nota anterior) me sentí mas penetrado de lo que tenia entonces voluntad de espesarlo que el procedimiento Haber i el del Cianuro, estarian dentro de poco, listos para ser empleados en este pais i desalojarian en gran parte—sino enteramente— los procedimientos de Arco i de la Cianámidá, los que requieren un gran desarrollo de enerjía eléctrica i un correspondiente enorme desembolso».

«El progreso ha sido rápido durante los últimos dos meses (Maizo i Abril, 1917). Un procedimiento de Amoniaco Sintético i otro de Cianuro ha alcanzado hoi dia tal grado de desarrollo que estoi dispuesto a recomendar al Gobierno una línea de accion concreta».

«PROCEDIMIENTO DE LA CHEMICAL GENERAL COMPANY»

«Durante los últimos cuatro años, la Compañía Jeneral de Química, partiendo de la base de que debería ser posible desarrollar las condiciones bajo las cuales la producción sintética de amoniaco, por la combinacion directa del ázoe i del hidrójeno, se realizara a presiones inferiores a las juzgadas necesarias por las patentes Haber, ha tenido un éxito industrial. Este procedimiento ha sido operado con éxito i a gran escala espermental, en varias pequeñas unidades para la produccion de amoniaco i una unidad mayor que las que se supone están funcionando en Alemania».

«La Compañía Jeneral de Química ha desarrollado tambien i ha elevado a una escala comercial la produccion de una mezcla de ázoe e hidrójeno estraído del coke, del aire i del agua, que entregarán el hidrójeno a un costo inferior al obtenido hasta ahora en este pais i probablemente inferior aun al obtenido en Alemania».

«Se han preparado proyectos completos i pedido propuestas para los principales ítem de construccion, de manera que las instalaciones de un plantel para la produccion de amoniaco sintético puede ejecutarse sin demora».

«Desde hace algunos meses he sabido que la Compañía Jeneral de Química estaba trabajando en este procedimiento de la Síntesis del Amoniaco, pero solo recientemente ha sido posible obtener informaciones detalladas. La declaracion de guerra ha convencido al personal de la Compañía Jeneral de Química, dirigida por el Dr. William H. Nichols, Presidente de su Consejo Directivo, que deberían colocar a la disposicion del Gobierno los resultados de sus investigaciones. En consecuencia, cuando el «Bureau of Mines» pidió informaciones tocante al estado actual de sus operaciones, tuvo lugar en Washington una conferencia preliminar el 4 de Abril. Como resultado de la informacion obtenida entónces, fueron tomadas disposiciones para una reñion con los representantes de la Compañía Jeneral de Química el 14 de Abril, en sus oficinas».

«El 20 de Abril, los Coroneles C. B. Wheeler i C. C. Keller, i el Dr. A. A. Noyes i el infrascrito, visitamos el plantel i lo vimos funcionar. El mismo dia tuvo lugar una reunion en la oficina de la Compañía Jeneral de Química, en la que fueron presentados los proyectos para el plantel propuesto i un proyecto de convenio entre la Compañía Jeneral de Química i el Gobierno de los Estados Unidos me fué entregado para transmitirlo a usted. El orijinal de este convenio está ahora entre sus manos i una copia se encuentra anexa a este informe. Se presentaron tambien los presupuestos correspondientes».

Continúa el informe del Dr. Parsons con un resumen de varias proposiciones i pasa

en seguida a estudiar el «*Procedimiento del Cianuro*» (*) para terminar con el siguiente cuadro, que reúne las cifras de los costos de «construcción i funcionamiento» de los procedimientos de Arco, Cianámidá, Haber i de la Compañía Jeneral de Química, por tonelada de ázoe obtenido:

	ARCO	CIANÁMIDA	HABER	CO. G. QUIM.
Producto obtenido: 35%	Acido Nítrico	Amoniaco	Amoniaco	Amoniaco
Fuerza empleada	10.5	2.2	0.2	0.2
Capital invertido	\$ 1,410	\$ 440	\$ 340	\$ 300
Costo de funcionamiento	170	150	119	97

1917.—«*Proceedings of the Nitrate supply committee*».—Mayo 11.

«En este informe, despues de darse cuenta de la formacion del «Nitrate Supply Committee», se enumeran los diversos trabajos presentados al Gobierno recomendando los procedimientos que se deben adoptar para la fabricacion de Nitratos.

Recomienda al Gobierno entre en negociaciones para adquirir los derechos para emplear el procedimiento de la Compañía Jeneral de Química para la fabricacion de amoniaco sintético. Este procedimiento es el de Haber modificado por esta Compañía. Termina este informe diciendo que:

«Mientras las precedentes recomendaciones incluyen todas las medidas que pueden ser prudentemente tomadas para la fijacion del ázoe i la oxidacion del amoniaco, es la opinion del Comité que la acumulacion inmediata i el mantenimiento permanente de una amplia reserva, no inferior a 500,000 toneladas de Salitre de Chile, es la medida que se impone con mayor urgencia».

1917.—«*A statement of the taken and contemplated. Looking to the Fixiation of Nitrogen*».—Division T.—Oficina de Artillería.—Ministerio de la Guerra.—Agosto 21.

Esta «Exposicion» da cuenta de la formacion del «*Consejo de Investigacion Nacional*» nombrado por el Presidente de la Academia de Ciencias a pedido del Departamento de la Guerra (Cf. «Evolucion de las Industrias del Azoe», p. 300) i del nombramiento de la comision que debia enviar a Europa para estudiar los distintos procedimientos de fijacion del ázoe.

«En adiccion a las investigaciones de esta comision se nombraron agentes especiales para ampliar en lo posible esas informaciones. Estos agentes tuvieron acceso a fuentes privadas de informacion i recojieron antecedentes, inclusive datos detallados acerca del costo de los diferentes procedimientos empleados en Estados Unidos i en el extranjero, que han sido de lo mas instructivos, pero que—debido a las fuentes de donde fueron tomados i las condiciones en que han sido dados—no pueden hacerse públicos».

(*) Ver folleto «Literatura del Azoe durante el Año Salitrero, Julio 1.º-1916, Junio 30-1917, Boletín de la Asociacion Salitrera de Propaganda correspondiente al mes de Octubre de 1917, p. 36.

«Uno de estos agentes fué Mr. Eysten Berg (Cf. «Evolucion de las Industrias del Azoe», p. XVII) el que recorrió Europa i evacuó un informe. Otro de ellos fué el Dr. Charles L. Parsons, Químico en Jefe del «Bureau of Mines» del Ministerio del Interior quien, en el curso de sus investigaciones, visitó los principales planteles de Italia, Francia, Inglaterra, Noruega i Suecia, a fines de 1916, i estuvo en aptitud de dar en sus informes interesantísimos resúmenes i comparaciones de los recientes progresos i condiciones de la industria de la fijacion del ázoe en Estados Unidos i en el extranjero. Estos informes fueron preparados con un gran número de datos estadísticos de carácter confidenciales».

«El Dr. Parsons puntualiza en sus informes el rápido desarrollo en Estados Unidos de los procedimientos de la sintesis del amoniaco directamente del ázoe i del hidrójeno; de la sintesis del mismo, pasando por Cianuros como producto intermedjario, i de la oxidacion del amoniaco a ácido nítrico. Llama la atencion hácia el procedimiento em-

1917.—R. O. E. DAVIS i Harry BRYAN, de la «Oficina de los Suelos» del Ministerio de Agricultura de Estados Unidos, han presentado un estudio sobre «*La Síntesis del Amoniaco por el Procedimiento Haber*» a las 55.^a Asamblea Anual de la Sociedad Química Norte-Americana, tenida en Bóston del 10 al 13 de Septiembre, 1917. El «*American Fertilizer*» de Septiembre 29-1917, pp. 29-30, inserta este estudio del que damos algunos extractos:

«El empleo de un reactivo catalítico para realizar la combinacion del hidrógeno i del ázoe es la idea fundamental que sirve de base al Procedimiento Haber. La reaccion se efectúa bajo una presion de cerca de 3,000 libras por pulgada cuadrada i a una temperatura de 550° centígrados. La formacion del amoniaco en presencia de un catalizador calentado ha sido conocida desde mucho tiempo; pero Haber mostró en 1904 que, la eficiencia aumentaba mucho mediante el empleo de la presion. El estudio del equilibrio del amoniaco enseñaba que a 1,000° el amoniaco se disociaba casi completamente en sus elementos del ázoe i el hidrógeno; i a una temperatura inferior se formaba poco amoniaco. Pero cuando se hace intervenir la presion, el equilibrio de reaccion cambia, i en 1908 Haber demostró que la produccion de amoniaco era posible a una escala práctica si los gases ázoe e hidrógeno se mantienen a una alta presion durante todo el tiempo de la operacion en la que los gases están sometidos alternativamente a la influencia catalítica i luego librados de amoniaco por absorcion o condensacion a una temperatura inferior. La «*Badische Anilin und Sodafabrik*» principió inmediatamente la produccion de amoniaco en una escala comercial (en 1913). Se asegura que Alemania está ahora produciendo cerca de un tercio de su Amoniaco por el *Procedimiento Haber*».

pleado por la Compañía Jeneral de Química, de la síntesis del amoniaco por la combinacion directa del ázoe i del hidrógeno a temperaturas inferiores a las creidas necesarias i contempladas en las patentes Haber: hácia el hecho de que estos procedimientos han tenido éxito en una gran escala espermental i que una de estas instalaciones en funcionamiento era tan grande como las que se suponen empleadas en Alemania. Demuestra que esta Compañía americana ha desarrollado tambien i llevado a la práctica comercial un método por el cual se produce una mezcla del ázoe e hidrógeno requeridos para la síntesis del amoniaco, con un costo inferior a todos los hasta aquí obtenidos en este país i probablemente tambien a los de Alemania, i que los progresos de esta Compañía en este método han sido tales que tienen ya listos los proyectos para una instalacion comercial. El Dr. Parsons ha obtenido tambien de la Compañía Jeneral de Química un proyecto de convenio por el cual la Compañía cede al Gobierno de los Estados Unidos el uso de sus procedimientos i los planos de los aparatos de la síntesis del amoniaco i de la oxidacion del amoniaco a ácido nítrico, segun mui ventajosas condiciones: sin compensacion de ninguna especie por los productos que sean empleados exclusivamente para las municiones de guerra, i con una regalia para los productos que se empleen como fertilizantes».

«Finalmente, el Dr. Parsons, espresa su opinion que los procedimientos que necesitan una gran cantidad de fuerza serán reemplazados en Estados Unidos por estos nuevos métodos que requieren comparativamente una fuerza inferior, i recomienda que el Gobierno construya planteles de tamaño moderado para la produccion de amoniaco por síntesis i prosiga una activa esperimentacion con el procedimiento de los «*Cianuros*».

Prosigue este informe dando cuenta de la composicion del «*Committee on Nitrate Supply*», nombrado por el Ministro de la Guerra, que es la siguiente:

Brigadier Jeneral William Crozier, Jefe de Artillería del Ejército de Estados Unidos.—Ministerio de la Guerra.

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

Brigadier Jeneral Wm. M. Black, Jefe de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos.—Ministerio de la Guerra.

Mr. F. W. Brown, Oficina de los Suelos.—Ministerio de Agricultura.

«No sin cierta vacilacion emprendimos a principio de este año un estudio del procedimiento. Para no retardarnos en esperimentos preliminares, despues de habernos proporcionado un compresor, empleamos para nuestra cámara de reaccion una granada de 8 pulgadas procedente del Arsenal de Marina de Washington. Despues de haber adoptado a dicha Cámara una unidad calorifica consistente en una alambre de «nichrome» enrollado en un núcleo de «alundum» estuvimos en aptitud de producir amoniaco en grandes cantidades, empleando hierro granulado como catalizador».

«Nuestro plantel de experimentacion final tiene las características jenerales del plantel Haber, aunque difiere de éste en muchos detalles. La cámara de reaccion consiste de un cilindro de acero con chaqueta de agua dentro del cual hai una resistencia eléctrica para calentar el catalizador a la temperatura deseada. Esto está arreglado de manera que los tubos de entrada i salida, los plomos i la unidad calorifica están unidas a la cabeza i son fácilmente accesibles cuando ésta se desprende. El cilindro está forrado con un tubo de cuarzo, pues se ha observado que el cuarzo no es buen conductor del calor i protege al cilindro de ser atacado por el gas hidrógeno caliente. Un dedal de tela de alambre cubre un orificio en el espacio del catalizador permitiendo la introduccion de un tubo piométrico para medir la temperatura. La mezcla de ázoe e hidrógeno penetra en la cámara al traves de los intercambiadores del calórico i por el fondo del espacio del catalizador. Atraviesa de abajo para arriba i sale por la tapa superior. Pasa despues por un serpentín refrigerado en agua i atraviesa por una cámara de secamiento i llega al condensador donde el amoniaco formado se liquida i el ázoe e hidrógeno libres vuelven a la cámara de reaccion. La bomba de circulacion controla la corriente de los gases al traves del sistema. Esta bomba está dispuesta de tal manera que si bien pueden circular gases bajo cualquier presion, no soporta sino pocas libras de diferencia de presion, lo cual se obtiene por medio de un piston que acciona en un cilindro sin recámara superior. En el piston hai una válvula de escape i la cabeza de la bomba tiene tambien una válvula de escape que funciona en la misma direccion. En su carrera hácia abajo, la válvula del piston se abre i se cierra en su carrera hácia arriba mientras que la válvula superior se abre cuando el piston se levanta i se cierra cuando empieza a bajar».

«A pesar de que el trabajo no está suficientemente avanzado para dar los resultados de los esperimentos con varios catalizadores, creemos que las condiciones de trabajo pueden considerarse establecidas i que el resto de la obra puede llevarse a cabo sin muchas dificultades sérias. Las dificultades encontradas para proporcionarnos materiales apropiados para la obra fueron varias i todas las cámaras de presion han sido construidas por nosotros en nuestros talleres con acero procedente del Arsenal de Marina de Washington. Solo se han empleado cañerías resistentes a altas presiones hidráulicas i todas las piezas han sido sometidas a 5,000 libras de presion ántes de ser empleadas. Prácticamente, cada unidad presentaba problemas que han tenido que ser resueltos en parte por la experimentacion. Algunos de éstos son: la difusion del hidrógeno al traves del metal calentado; la conductibilidad termal de los gases comprimidos; la circulacion

Dr. Leo H. Baekeland, de Nueva York.

Mr. Gano Dunn, de Nueva York.

Dr. Charles H. Herty, de Nueva York.

Dr. William F. Hildebrand, Oficina de Unidades.—Ministerio de Comercio.

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

Dr. Charles L. Parsons, Oficina de Minas.—Ministerio del Interior.

Dr. Willis R. Whitney, de Nueva York.

Termina espresando que la Comision ha prestado la debida atencion a todas las informaciones que le han sido suministradas; que ha tomado en cuenta la relativa importancia de los propósitos de la lei de Defensa Nacional de 3 de Junio de 1916, i resume en IX proposiciones la linea de accion que propone al Gobierno de Estados Unidos.

de los gases bajo presión; la construcción de plomos aislados para la cámara de calefacción a prueba de gas a la presión requerida; la cuestión de los empaquetados, etc.»

«El espacio catalizador en la cámara que está ahora en uso es de 150 centímetros cúbicos. Los gases pasan a la velocidad de 864 litros por 24 horas. Presumiendo un rendimiento de 8% a una presión de 100 atmósferas, esta cámara es capaz de producir 12 libras de amoníaco en 24 horas. Un gran cilindro que hemos preparado producirá cerca de 4 veces esta cantidad, o sea 50 libras. Baterías de 10 a 12 de estos cilindros pueden operarse como una sola unidad. Las indicaciones son que una presión de 100 atmósferas o ménos será suficiente para trabajar con este procedimiento. Los objetivos de nuestros experimentos son disminuir la presión de trabajo i producir un mayor rendimiento del que ántes se obtenía por este procedimiento. Hierro puro parece reunir parcialmente una de las condiciones, esto es la disminución de la presión. Ciertas sustancias mezcladas con los catalizadores aumentan su actividad, algunas de estas sustancias son los óxidos, hidróxidos i sales alcalinas o de metales alcalino-terroso».

«Son venenos el Azufre, el Selenio, el Hierro, el Fósforo, el Arsénico, el Boro i sus compuestos, también varios compuestos del Carbon; metales de bajo punto de fusión en jeneral i cuyos óxidos son fáciles de reducir tales como el Plomo, el Zinc, el Bismuto i el Estaño».

«El costo de este procedimiento depende en gran parte del costo de los gases, siendo la fuerza necesaria relativamente pequeña».

II.—INFORMACIONES PUBLICADAS EN CHILE

La primera parte de estas Notas tiene por objeto suministrar a los profesionales que deseen profundizar o simplemente comprobar algun punto especial tratado en nuestra reseña, las indicaciones suficientes para remontarse a las fuentes. Por eso nos limitamos a dar allí los títulos de éstas i a especificar brevemente la materia de su contenido.

El objetivo de esta segunda parte, como lo insinuamos ya en el texto de nuestro estudio, es completamente distinto segun lo comprueban estas Notas, se han publicado *en Chile* desde 1910 hasta la fecha unas *sesenta* informaciones (1)—algunas de ellas bastante completas—acerca de la técnica i de la economía del procedimiento Haber, así como de los medios de investigación científica i potencia financiera de la gran firma comercial promotora de la industria del amoníaco sintético.

Compruébase especialmente que, desde principios de 1914, el Gobierno de Chile, el Consejo Salitrero i los Productores de Salitre estaban informados acerca del *éxito industrial definitivo* de ese procedimiento por comunicaciones que fueron oportunamente publicadas.

(1) De estas 60 publicaciones hechas en Chile, sólo la mitad son reseñas debidas a autores nacionales i la otra mitad, traducciones de lo publicado en Revistas Europeas, Norte-americanas i de los informes del Comité Salitrero i sus Delegados. Para evitar toda ambigüedad, el autor previene que dado el objeto de estos extractos, se ha abstenido de enmendar o corregir estas traducciones aun cuando a su juicio no calzaren con el original, a no ser por medio de notas al pié como la presente.

Sin embargo, se dejará todavía comprobado que un año despues, en Junio de 1915, un miembro del citado Consejo i Presidente de la mayor empresa salitrera, hacia público por la prensa su «desconocimiento» de esas informaciones, reclamando «cifras i estudios» que existian en publicaciones oficiales desde un año atrás.

Análoga actitud ha observado posteriormente un articulista que se ha especializado en escritos de carácter «Salitrero», repitiendo, cada vez que hacia referencia al procedimiento Haber, que «todos los datos publicados al respecto, son simples conjeturas» i «secretos de Estado», i *omitiendo esmeradamente, al citar antecedentes i documentos, aquellos que contenian esos datos que él daba como no existentes.*

Hemos creído por esto llegado el momento de presentar a nuestros colegas del Instituto de Ingenieros, de la Sociedad de Minería i de los círculos industriales i salitreros, un «compendio comprensivo» de todas las informaciones *oportunamente publicadas en Chile* sobre el procedimiento Haber. Para alcanzar este objeto hemos recurrido a extractos que hemos reducido en lo posible, pero cuyo agregado ha resultado mas voluminoso de lo que habríamos deseado. Nos hemos ceñido a hacer resaltar principalmente estos cuatro puntos:

1.º Que se ha dado a la tecnología del procedimiento Haber tanto por el inventor, como por la compañía «Badische» una publicidad tan intensiva como la de otros procedimientos técnicos;

2.º Que desde que a fines de 1911, retrocedió la «Badische» la mayor parte de sus intereses en las empresas noruegas de ázoe, las autoridades mas competentes tuvieron por seguro el éxito del nuevo procedimiento a que consagraba esa empresa sus inmensas fuerzas financieras;

3.º Que despues que en Mayo de 1914 declaró el Dr. Haber, en una reunion pública, vencidas todas las dificultades, i que la «Badische» formó con otras dos empresas un consorcio basado en un aumento *interno* de capital para explotar el invento, ninguna persona bien informada podrá lícita ni razonablemente poner en duda el carácter *remunerativo* del nuevo procedimiento para la síntesis industrial del amoniaco.

4.º Por fin, que concurren las autoridades mejor preparadas para obtener informaciones mas directas, completas i comprobadas, en estimar que *el amoniaco Haber es uno de los competidores potenciales mas temibles del salitre de Chile.*

Consideramos que toda ilusion a este respecto no puede ser sino perjudicial a nuestro interés salitrero i detrimenta para la mejor orientación de nuestra política salitrera.

De allí nuestros esfuerzos para disiparla.

* * *

1906.—DIAZ-OSSA, en «*Bol. Soc. Fomento Fabrils*», (Diciembre), pp. 764-8 i en «*Circ. As. Sal.*», N.º 41, p. 158. En una correspondencia enviada desde Nancy este ingeniero anuncia como posible la fabricacion industrial del amoniaco sintético, segun los estudios de Haber, llegando a prever que las diversas industrias de la Cianámidá, de la liquefaccion de gases i del amoniaco sintético, «nacidas quizás para destruirse mútuamente, se ayudarian aprovechando esta situacion para arruinar nuestra floreciente industria salitrera» (Cf. «*Ev. Ind. Az.*», p. 211).

1910.—MOURGUES (Dr. Luis E.), en «*El Mercurio*» de Valparaiso (Febr. 14 de 1910), sin referirse espresamente a los trabajos de Haber, hace advertencias previsoras respecto a la competencia eventual que se prepara a hacerle al salitre la «*Badische Anilin und Sodafabrik*». Declara que en esa fecha (1910) esa compañía «no es un peligro como competidor comercial; pero puede algun dia llegar a serlo... que, por los nuevos trabajos que está haciendo i por la fe con que se han puesto a la obra sus iniciadores, es de temer que mui pronto llegue a ser un competidor temible, al cual quizás no podremos alcanzar nosotros».

1910.—(Editorial) «*Chemical Trade Journals*», (Abril 16-1910), hace una reseña de los esperimentos de Haber extractada del «*Zeit. f. Elektr.*», de Abril 1.º Traducción publicada en «*Circ. As. Sal.*», N.º 52, p. 218, de donde extractamos: «Tomando en cuenta las personas en cuyas manos se encuentra ahora el procedimiento, podemos esperar pronto una solucion de estas cuestiones. Es satisfactorio pensar que si este último procedimiento para la fijacion del ázoe atmosférico tiene éxito, se llevará a efecto en este país (Inglaterra) i no sólo en la proximidad de grandes caidas de agua».

Termina haciendo presentir que la «*Badische*» se desinteresará del «nitrato sintético» a pesar de la «cantidad inmensa de dinero que se dice ha gastado en Noruega durante el último o los dos últimos años».

1910.—GUZMAN, Abraham, en «*El Mercurio*» de Valparaiso de Setiembre 11 de 1910 (correspondencia fechada en Karlsruhe, Julio 15), reseña una conferencia reciente del profesor Haber de quien era alumno, sobre su procedimiento. Termina así: «Realizada con todo éxito la parte que corresponde al laboratorio *no tardará mucho* en instalarse la fábrica que aproveche industrialmente esta nueva victoria del estudio i de la técnica». (Repr. en «*Circ. As. Sal.*», N.º 53, pp. 126/8).

1910.—DIAZ-OSSA, Profesor, en el «*Boletín de la Sociedad Nacional de Minerías*», de Octubre, Noviembre, 1910, pp. 418-26, repr. en «*Circ. As. Sal.*», N.º 55, pp. 315-16. (Cf. «*Ev. Ind. Az.*», pp. 219-20) escribe, al tratar de «Sales Amoniacales»:

«El acontecimiento mas interesante... acaecido durante el año 1910, ha sido sin duda la síntesis industrial del amoniaco... Haber i Le Rossignol han logrado obtener un rendimiento industrial, i el procedimiento inventado por ellos ha entrado ya en la esperimentacion semi-industrial... i la aplicacion práctica; la «*Badische*» se ha hecho dueña de las patentes i construye una instalacion de prueba... *la aplicacion práctica de este nuevo procedimiento causará modificaciones económicas hoy dia imposibles de pronosticar*».

1910.—FLUSIN, en el «*Engrais*», (Julio 20), dice en su informe de fines de 1909 (trad. en «*Circ. As. Sal.*», N.º 53, p. 148), que «recientemente Haber acaba de descubrir

la acción catalizadora del óxido de titanio sobre una mezcla comprimida de ázoe e hidrógeno i echar posiblemente las bases teóricas de un procedimiento industrial de la síntesis del amoniaco. (Cf. «Ev. Ind. Az.», pp. 66, 218).

1910.—MAIZIERES, en el «*Engrais*» (Julio 15), trad. en «*Circ. As. Sal.*», N.º 53, pp. 149-51, da una descripción bastante completa de los experimentos de Haber, que termina así:

«Tales son las bases i reacciones de un procedimiento que, si resulta industrialmente económico está llamado a revolucionar la fabricación de abonos químicos azoados conocidos hasta la fecha.»

1911.—GRADENWITZ, en el «*Engineering and Mining Journal*» de Nueva York, entra en algunos detalles de los resultados obtenidos por Haber. Repr. en «*Chem. Tr. JI.*» de Septiembre 24-1910 i trad. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 54, pp. 99.

1911.—(Editorial) El «*Engrais*» de Octubre 14-1910, trad. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 54, pp. 99-100, anuncia que «La Badische estudia en este momento en grande escala el procedimiento de los señores Haber i Le Rossignol.....»

1911.—(Editorial) El *Journal du Four électrique et de l'Electrolyse*, repr. por el «*Phosphate*» de Octubre 27-1910 i trad. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 55, p. 303, anuncia que «El procedimiento de Haber ha sido comprado por la Badische Anilin und Sodafabrik.»

1911.—FREUND, Dr., en «*Zentralblatt f. d. Kunsdunger Industrie*», trad. en el «*Engrais*» de Enero 6-1911, i en «*Circ. As. Sal.*» N.º 55, pp. 308-9, espone la interdependencia entre el procedimiento Haber i la producción barata del hidrógeno.

1911.—THACARA, A. M., Cónsul Jeneral de Estados Unidos en Berlin en un informe repr. por el «*American Fertilizer*» de Abril 22-1911 i trad. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 56, p. 155, espone las características del proceso Haber i dice que se espera saber si este amoniaco sintético podrá competir con el obtenido como subproducto de la hulla, de lo que dependerá la importancia industrial del procedimiento.

1911.—GROSSMANN, en su Monografía ya citada i reseñada por el Inspector Fiscal de la Propaganda en «*Circ. As. Sal.*» N.º 56, p. 257, dice del proceso Haber que, «hasta ahora no parece haber sido considerado como lucrativo bajo el punto de vista económico.»

1912.—DWYER, Wm., en el «*Am. Frt.*» de Diciembre 16-1911, trad. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 58, pp. 144-5, da una reseña detallada de los experimentos de Haber i de las dificultades aun no vencidas en esa fecha, agregando: «Es razonable esperar que bajo la dirección de una firma como la Compañía Badense, se puedan eliminar esas dificultades en el tiempo.... que la perfección de ese procedimiento lo haria en el acto un competidor activo entre los fertilizantes amoniacales, i que la Empresa Badense ha vendido últimamente su interés de las Compañías Noruegas.....»

1912.—BROCHET, A., en la «*Revue Générale des Sciences*» i el «*Engrais*» de Enero 26; trad. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 58, p. 157, describe los experimentos i el procedimiento Haber.

1912.—WEITZ, Dr., Delegado para la Propaganda Salitrera en Berlin, en su informe trimestral N.º 77 (Oct-Dic. 1911) publ. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 57, pp. 221-4, espone que: «La Badische Anilin und Sodafabrik en Ludwigshafen que representa una empresa de varias fábricas de productos químicos, por lo visto se retira ya ahora de la

fabricacion de salitre «Norge». ¿Con cuántas pérdidas? Dificilmente se podrá saber, puesto que son mui considerables sus fondos de reserva i sus balances jamas las mencionarán, a pesar de las repetidas preguntas al respecto de parte de la prensa».

«El retiro de dicha empresa llama aun mas la atencion, puesto que en los Balances de los establecimientos del salitre «Norge» se han publicado utilidades mas bien considerables.

«Al mismo tiempo, sin embargo, vemos por las patentes registradas que la Badische Anilin und Sodafabrik ha adquirido las patentes de Fritz Haber, anteriormente en Karlsruhe i ahora en Berlin. De esto tenemos que deducir que la *fábrica de tanto poder financiero seguirá tambien en adelante ocupándose de la fijacion del ázoe atmosférico* para abono. La patente arriba citada trata de la produccion del amoniaco del nitrógeno e hidrógeno, por medio de catálisis, es decir los dos elementos que de otra manera no se combinan, bajo cierta presion i a una temperatura determinada se combinan directamente en presencia de un catalizador o sea una tercera sustancia que no es influenciada por el procedimiento. De este invento tenemos tan poca idea como de todas las patentes anteriores, a lo ménos tratándose de la produccion de las grandes cantidades que se requieren en la práctica. Esto no quiere decir que este trabajo no tenga gran importancia científica, pues garantía de ello es el nombre del inventor. Haber es actualmente director científico de una de las secciones de la Sociedad Kaiser Wilhelm en Berlin para investigaciones en ciencias naturales.

«En primer término de esta manera no se forma nitrato sino solamente amoniaco, de modo que en muchos casos no podrá competir con el Salitre. Además, parece que estos espermentos conservarán todavía por mucho tiempo el carácter de espermentos de laboratorio, pues solo así se puede explicar las 9 patentes adicionales a las patentes Haber que ha hecho registrar últimamente la Badische Anilin und Sodafabrik».

Además, el informe orijinal del Dr. Weitz, contiene el siguiente acápite «Confidencial» que no fué publicado en Chile:

«Sobre todo, para juzgar una patente, el invento mismo es, naturalmente decisivo. Hasta ahora hemos dejado influenciar nuestra opinion por la consideracion de la confianza que podian inspirar los conocimientos técnicos, el buen juicio i la habilidad financiera del inventor. Una firma como la de la Empresa mencionada arriba, no puede ménos de inspirar la mayor confianza. Dispone de un ejército de químicos espertos, de prominentes hombres de negocio, i de abundantes recursos. No podemos escusarnos de declarar que *hemos cambiado de opinion*, respecto a los presentes poseedores de las patentes de Haber. La participacion de aquella firma en la empresa del nitrato de Noruega i su subsiguiente retiro, despues de invertir en ella tan cuantiosos capitales, nos compele a este cambio».

Hacemos esta publicacion como comprobacion de que tanto el Comité de Lóndres, como la Asociacion Salitrera en Chile, han estado siempre bien i oportunamente informados por sus Ajentes.

1912.—DIAZ-OSSA, B., en Oficio fecha Noviembre 13, 1912, publ. en el «Boletín Sociedad de Minería» de Noviembre, pp. 18-24, en «Circ. As. Sal.» N.º 59, pp. 112-116 i en «Documentos del Consejo Salitrero, 1912», pp. 57-67, da cuenta al Ministerio de Hacienda de su asistencia, en calidad de representante oficial del Gobierno de Chile, al 8.º Congreso Internacional de Química Aplicada, que se celebró en Nueva York del 6 al 13 de Setiembre de 1912, i de cinco de los trabajos presentados «que interesan a nuestra Industria Salitrera», entre ellos la Conferencia del Dr. Berthsen, uno de los Directores Jenerales de la Badische Anilin und Sodafabrik, Jefe del servicio de privilejios exclusivos. Dice el profesor Diaz-Ossa que «el año próximo (1913) entrará a funcionar la primera fábrica, con una capacidad de 50.000 tonela-

das de sulfato de amonio, que está construyéndose en Oppau, cerca de Ludwigshafen sobre el Rhin.... Durante todo el tiempo que duró el Congreso, los miembros de él pudieron ver funcionar dos aparatos llevados especialmente a Estados Unidos por el profesor Bernthsen.

«El Delegado oficial de Alemania dijo que la fabricacion por síntesis directa del amoniaco era un triunfo de la ciencia, del esfuerzo i de la industria alemana, que su pais estaba decidido a procurarse por sus propios medios todo el ázoe necesario para sus cosechas i para la industria quimica, a fin de no depender económicamente de Chile. El Emperador aleman, agregó, ha colocado al inventor Prof. Haber en la mas alta situacion que puede aspirar un hombre de ciencia aleman, el Emperador ha fundado una Institucion especial; para ser miembro de ella se necesita pagar 100,000 marcos de una vez a fin de proporcionar al Prof. Haber los millones necesarios para que prosiga sus trabajos. Nosotros esperamos que mediante el esfuerzo nuestro del dinero i de nuestra ciencia, *Alemania rompa el monopolio del Salitre Chileno*». (Cf. «Ev. Ind. Az.» p. 6).

1912.—BERNTHSEN, Prof.—Conferencia en Nueva York, mencionada en la Nota que antecede, publicada i traducida en numerosas Revistas Técnicas de Europa i Norte-América, trad. del inglés por el Prof. Díaz-Ossa i publ. in-extenso en «Circ. As. Sal.» N.º 59, pp. 119-28 i en Documentos Consejo Salitrero, 1912, pp. 82-108. Creemos oportuno dar aquí los siguientes extractos que caracterizan el espíritu con que ha procedido la «Badische» en este gran negocio:

«Hoi propongo tratar de mi propia esperiencia directa, sobre el problema de la fabricacion sintética del amoniaco procedente de sus elementos. Algunos años atrás, este problema parecia ser absolutamente imposible. Recientemente ha sido el objeto de investigaciones sumamente cuidadosas de parte de Haber i de los químicos de la Badische Anilin und Sodafabrik; i se han tomado numerosas patentes referentes a la fabricacion. Fuera de lo que ya se ha publicado al respecto, nos hemos abstenido de cualquier otro anuncio hasta que pudiésemos informar algo o final con referencia a la solucion de la cuestion técnica.

«Este momento ha llegado ahora i estoi en la agradable situacion de ser capaz de informarles que dicho problema se ha resuelto completamente en escala de fabricacion, i que los muros de nuestra primera fábrica para el amoniaco sintético ya están levantándose sobre el suelo en Oppau, cerca de Ludwigshafen sobre el Rhin».

Despues de esplicar detalladamente «los puntos fundamentales sobre los cuales está basado este último acontecimiento de la Industria Química», i los diversos procedimientos para producir el ázoe i el hidrójeno, concluye: «Como la producción de estos elementos no depende de la presencia de fuerza hidráulica barata, todos los países donde la fabricacion de nitrato de cal no es posible debido a la falta de tal fuerza, como por ejemplo en Alemania, ahora quedan en situacion de aprovecharse de esta nueva industria. Como hice notar al principio, hai toda clase de razones para suponer que esta industria encontrará un empleo estenso en Norte-América, donde las demandas por abonos azoados luego serán mayores que hasta ahora».

1913.—WEITZ, Dr.—Informe trimestral N.º 81 (Oct.-Dic. 1912), publicado en «Circ. As. Sal.» N.º 60, pp. 10-14, escribe:

«Hemos informado varias veces sobre la patente de Haber, segun la cual deberia recuperarse el amoniaco sintéticamente, proveniente de nitrójeno e hidrójeno mediante la catálisis. Además sabrá Ud. que la Badische Anilin und Sodafabrik, construye fábricas con grandes capitales para la recuperacion del amoniaco por este sistema. Ud. hallará en el N.º 77 de nuestros informes trimestrales lo que opinamos sobre este privi-

lejo i ademas en la página 551 de la nueva edicion del libro del infrascrito: «El Salitre de Chile» como abono. Si nos referimos hoi de nuevo a él, se hará por las siguientes razones:

«Durante el trascurso del trimestre pasado, se dirijieron a nosotros de varias partes con preguntas acerca de esta patente. Segun dicen ha adquirido una importancia capital por el hecho de que la fijacion del nitrógeno es completamente independiente de fuerzas hidráulicas, contrariamente a la fabricacion del salitre «Norge» i nitrato de cal. Eso es verdad; sin embargo, no es suficiente. El prof. Bernthesen que habló acerca del salitre «Norge» en el Congreso de Química Aplicada en Lóndres hace tres años, pronunció un discurso este año, en el mismo Congreso sobre la patente de Haber, que ha adquirido su sociedad, como ya se han mencionado, mientras que ya se ha retirado de la produccion del salitre «Norge». En esta ocasion hizo las observaciones citadas. Estas observaciones se publicaron en la prensa dando pié a preocupaciones inquietantes en ciertas partes, para lo cual, segun creemos, no hai razon alguna.

«Segun nuestra opinion, consiste la debilidad de esta patente en el hecho de que la Industria no ha trabajado hasta ahora nunca con una presion continua de 250 atmósferas al elevar la temperatura de 650 a 700° C., i esto creemos todavia hoi dia. Sin embargo, supimos algo nuevo por la Conferencia, i eso es de que la menor impureza por ciertas sustancias (que se llaman en catalisis «venenos de contacto») disminuyen en gran escala el rendimiento o lo impiden por completo. Hai muchísimos venenos de contacto para la catalisis que pueden tomarse en consideracion aquí. En un informe sobre esta conferencia en el periodo «La nutricion de la Planta» N.º 22, dice literalmente en la página 272: «Puede sacarse una opinion de las enormes dificultades que habia que vencer al saber que ya una lei de azufre de una parte contra un millon en la mezcla de nitrógeno e hidrógeno puede ser mui nociva. Por consiguiente, para los fines de la sintesis del amoniaco aun es demasiado impuro el hidrógeno electrolítico, i éste tiene que sujetarse a una limpiadura especial. Lo mismo es el caso con el hidrógeno del gas pobre (1), que, segun dice, se emplea en grandes cantidades para esta sintesis particularmente. Igual cosa se encuentra en la conferencia publicada por Bernthesen mismo en la «Zeitschrift für Angewandte Chemie» N.º 1 del 3 de Enero, 1913.

1913.—BERTRAND, A., La Memoria de la Inspeccion Fiscal de Propaganda Salitrera, «El Mercado Mundial del Azoe, 1911-1912», fechada, Febrero 22-1913, publ. en «Circ. As. Sal.» N.º 60, i «Documentos Consejo Salitrero, 1912», pp. 21-55, contiene la reseña siguiente sobre la

«SINTESIS DEL AMONIACO»:

«El precio de costo de los nitratos sintéticos i de la Cianámidá Cálcica dependen esencialmente de la fuerza hidráulica que es—financieramente hablando—la verdadera materia prima de esa fabricacion, circunstancia que restringe enormemente su practicabilidad en la mayor parte de las rejones del globo. Por esta razon los químicos, alemanes especialmente, han investigado, en estos últimos años, la posibilidad de constituir el amoniaco de sus elementos gaseosos, el ázoe i el hidrógeno, cuya preparacion industrial es corriente, sin el auxilio de la fuerza hidráulica.

«Debido a los trabajos en este sentido de Haber, Carl Bosch, le Rossignol, i al apoyo financiero de la Badische Anilin und Sodafabrik, se ha llegado—aseguró Bernthesen en el Congreso de Química de 1912—a la solucion industrial del problema, i se ha dado principio a la construccion de la primera fábrica de amoniaco sintético en Ludwigshafen.

(1) «Gas pobre» es aquí error de traduccion por «gas de agua».

«Aunque las reacciones físico-químicas que sirven de base a la futura fabricacion han sido ampliamente divulgadas por las revistas técnicas (1), es imposible anticipar pronósticos sobre el probable, resultado financiero de esta tentativa. Las condiciones de alta temperatura (650 a 700°) fuertes presiones (200 a 250 atmósferas) en que se deberá operar, la accion estremadamente delicada del cuerpo catalizador, que provoca la reaccion, la importancia de la estremada pureza de los gases componentes, en que la presencia de una millonésima de ciertas sustancias es suficiente para que obren como veneno (contactpoison) i dificulten o impidan la reaccion, el débil rendimiento de esta última, son circunstancias cuya influencia futura es imposible prever.

«Por esto las mismas revistas han acogido el anuncio del Dr. Berntsen con cierto escepticismo, declarando que: «No es posible pronunciarse actualmente sobre el valor industrial de estos procedimientos. No se prepara todavía el amoniaco sintético, i tendrá que pasar algun tiempo ántes que este problema haya recibido una solucion industrial (2)».

1914.—CLAUDE, G.—Comunicacion a la «Société des Ingénieurs Civils», fecha Abril 18-1913, publ. en el «Engrais» de Julio 25, trad. en «Circ. As. Sal.» N.º 61, páginas 195-198, sobre «El Papel de las Temperaturas bajas en la industria de la fijacion del ázoe».

El siguiente extracto es aquí pertinente:

«En lo que concierne a los procedimientos de fijacion por union directa del ázoe i del hidrójeno, tendrán que desempeñar las bajas temperaturas un papel de importancia capital. La produccion de ázoe en primer lugar les incumbe con razon segun lo que precede. En cuanto al hidrójeno, aunque varias soluciones que lo producen en un estado bastante puro i mui económicamente, hayan sido encontradas i llevadas a la práctica, los procedimientos basados sobre la liquefaccion parcial del gas de agua tienen una ventaja enorme. Son los únicos que pueden desembarazar rigurosamente el hidrójeno suministrado por el gas de agua de estos verdaderos «venenos» que constituyen para los agentes catalíticos los menores vestijios de ciertas impurezas, gas sulfurado, arseniado, etc.; todos gases mui condensables, perfectamente incapaces de sobrepasar el ciclo de temperaturas inflijido al nitrójeno en un aparato de liquefaccion. I tal es, sin duda, la razon porque la Badische Anilin und Sodafabrik ha pedido a Linde un formidable aparato de 2,000 metros cúbicos de hidrójeno puro por ahora, destinado a desarrollar en Oppau, cerca de Ludwihafen, la fabricacion del amoniaco por el procedimiento Haber, para la cual ya no basta mas el hidrójeno obtenido como subproducto en la fabricacion de la soda eléctrica (?). Es verdad que este aparato de Linde será mui ingeniosamente combinado para suministrar al mismo tiempo que los 2,000 metros cúbicos de hidrójeno, los 700 metros cúbicos de ázoe puro que serán necesarios».

1914.—MAIZIERES, en su revista «Les Engrais Chimiques en 1913», publ. en el «Engrais» de Enero 2 i 9 de 1914, trad. en «Circ. As. Sal.» N.º 62, pp. 260-65, dice que

«La produccion de sulfato de Amoniaco es considerable; aumenta todos los años no considerando sino las fuentes naturales que hasta ahora suministraban esta materia prima. Podria alcanzar, por consiguiente, cifras mucho mas elevadas, si los precios medianos de venta permitiesen la fabricacion por sintesis estrayendo el ázoe del aire, utilizando el hidrójeno, como en el procedimiento Haber. Hai que anotar que esta sintesis química está ya consagrada a la práctica industrial en Alemania».

(1) Ultimamente por los mismos inventores Haber i Le Rossignol en «Zeitschrift für Elektrochemie» del 15 de Enero de 1913. (Nota de 1913).

(2) «La Technique Moderne» del 1.º de Noviembre de 1912.

1914.—WEITZ, Dr.—Informe trimestral N.º 85 (Oct.- Dic. 1913), publ. en «Circ. As. Sal.» N.º 62, pp. 45-49, dice:

«Sabido es que la Badische Anilin und Sodafabrik produce el amoniaco segun la patente de Haber. Hasta ahora ha utilizado su produccion como amoniaco líquido, i alcanzando quizás a los limites del consumo de este producto, procede a la fabricacion del sulfato de amoniaco».

Además el Delegado se estiende sobre los efectos de la competencia entre la «Badische» i el Sindicato del amoniaco.

1914.—BERTRAND, en «El Mercado Mundial del Azoé en 1913», fechado Marzo, 1914, publ. en folleto oficial (49 pp.), repr. en «Circ. As. Sal.» N.º 62, pp. 274-297, i en «Docs. Cons. Sal. 1913», pp. 71-126, bajo la rúbrica «Amoniaco Sintético»:

«Las dificiles condiciones de temperatura, presion i pureza del cuerpo catalizador, que señalamos el año pasado en el procedimiento Haber, han sido vencidas en la práctica, i la fábrica de Ludwigshafen habiendo producido, en 1913, amoniaco líquido en cantidad suficiente para satisfacer a la demanda de este producto, ha principiado ahora a fabricar sulfato de amoniaco, pretendiendo entrar al cartel (Ammoniak Verkauf Vereinigung) con una cuota de 30,000 toneladas que no le ha sido concedida».

Además de mencionar las consecuencias sobre el mercado de la entrada del amoniaco Haber, la Memoria del Inspector da en dos estensas notas (69 i 70), otros detalles técnicos e industriales.

1914.—WEITZ, Dr.—Informe trimestral N.º 87 (Abril-Junio, 1914), publ. en «Circ. As. Sal.» N.º 63, pp. 44-47.—Refiriéndose al consorcio entre productores de sulfato amónico dice: «Es sabido que esta organizacion estaba amenazada hace algun tiempo por la produccion de amoniaco artificial segun el privilejio de Haber.... Además es de interés, saber que se han anunciado dos patentes que están en directa competencia con el privilejio Haber. Una.... en manos de un inventor austriaco.... otra en poder de una de las fábricas químicas de mas importancia de Alemania».

1914.—MOURGUES, Daniel, en su informe, fecha Julio 18-1914, al Presidente de la «Comunidad Nitrato de Amonio» publ. en Valparaiso, escribe:

«No terminaré este informe sin dejar constancia de las ventajas que nuestro procedimiento puede, en un porvenir próximo, retirar de la ya completa industrializacion del procedimiento Haber para la fabricacion del amoniaco a partir de sus elementos. Informaciones mui fidedignas me han asegurado que el precio de costo máximo del kilo de azoe por este método no excede de sesenta i cinco céntimos de francos». (Cf. «Ind. Com. Sus. Az.» Nota 73).

1914.—NORDENFLYCHT, L., escribe en «El Mercurio» de Santiago, Julio 24-1914, para rectificar un artículo de prensa sobre el procedimiento Haber, «cuyo autor incurre en graves inexactitudes».... «no para demostrar que el procedimiento Haber no sea un competidor del salitre, sino todo lo contrario.... que avanza con pasos amenazadores, i que es contra éste que debemos prepararnos».

El artículo del señor Nordenflycht es escrito con tanto conocimiento personal del asunto i contiene noticias tan importantes que hemos creido conveniente reproducirlo por entero todas las partes pertinentes en el Apéndice a la parte tercera de nuestro trabajo.

1915.—BERTRAND, da en «La Situacion Salitrera a mediados de 1914», fechada en Julio 31, 1914, publicada en «Circ. As. Sal.» N.º 65 (1), pp. 3-28, nuevas i terminantes pruebas de la seguridad del éxito obtenido por la «Badische» en sus experimentos en escala industrial del procedimiento Haber.

1915.—BERTRAND, en «*El Mercurio*» de Santiago de Mayo 26, espone con fecha Marzo 26 «*La Situacion Salitrera actual i sus peligros*», repr. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 65, (1), pp. 25-33.—Despues de recordar los factores de competencia al salitre existentes ántes de 1914, prosigue:

«A éstos se han venido a agregar, desde principios de 1914, dos nuevos factores, a cuyo formidable efecto futuro no se le ha dado la importancia que merece...., el primero.... es el éxito industrial definitivo del procedimiento Haber para la síntesis del amoniaco.... Desde Setiembre de 1914, el Gobierno.... anunció su propósito de fomentar... la fabricacion intensiva.... de amoniaco sintético.... ofreció su apoyo financiero.... a la «Badische»....

1915.—DIAZ-OSSA, en «*El Mercurio*» de Santiago, de Mayo 24, escribe sobre «*El Monopolio del Nitrógeno en Alemania*», repr. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 65 (1), pp. 44-46, haciendo algunas referencias al procedimiento Haber.

1915.—BASCUÑAN, Alberto, Presidente de la Compañía de Salitres de Antofagasta, Miembro del Consejo Salitrero, en una «Respuesta al artículo del señor Bertrand», publ. en *El Mercurio* de Santiago, de Junio 12, refiriéndose al acápite transcrito en una de las Notas que preceden, escribe:

«Todo lo dicho por el señor Bertrand en el párrafo transcrito, puede ser perfectamente exacto; pero habria sido preferible que sus declaraciones las hubiera acompañado de cifras i estudios que pusieran en evidencia la verdad de ellas, o sea a qué resultados positivos se han llegado con aquellos perfeccionamientos técnicos; en qué consiste el éxito industrial definitivo del sistema Haber; qué influencias han tenido ellos en el costo de produccion; qué capacidad productora atribuye a estos nuevos métodos i cuál es la cifra probable de su desarrollo en tiempo no lejano, etc.»

«Quiero creer que cuando el señor Bertrand asevera éxitos definitivos de un procedimiento, se encuentra en posesion de antecedentes que justifican su aserto. Silenciarlos importa un grave mal, porque no todos están dispuestos a creerlo bajo la fe de su palabra, i lanzar la especie sin poderla justificar, envuelve desprestijio para nuestra industria, lo que no es de suponer que persigue, dado el puesto que desempeña.» (Cf. Informe del Inspector Fiscal, fechado Marzo 20, 1914).

1915.—SUMMERS, L. L.—Conferencia sobre la «*Fijacion del Nitrógeno atmosférico*» (Marzo 12), publicada en muchas revistas, traducida en «*Circ. As. Sal.*» N.º 66, 2, pp. 13-33. (Cf. «*Ev. Ind. Az.*», p. 92), en que hace un breve resumen del «*Procedimiento Catalítico de Habers*», Dice:

«En resumen, este procedimiento reúne todas las ventajas de la técnica. El gasto de energía para calentar los gases es pequeño, puesto que la reaccion exotérmica compensa en mucho el consumo de energía requerida para esta operacion. El mayor gasto está en la preparacion del nitrógeno i del hidrógeno i en la compresion a 200 atmósferas. Este sistema requiere un gasto aproximado de 1.5 kwh. por kilo de nitrógeno.... el menor gasto de energía entre todos los procedimientos de fijacion» («*Circ. As. Sal.*», N.º 62, 2, pp. 28, 29).

1915.—LANDIS, W. S., Jefe técnico de la «*American Cyanamid Co.*» en unas Conferencias dadas poco despues de la de Summers, se refirió en los términos siguientes al procedimiento Haber (Trad. en «*Ev. Ind. Az.*», p. 94):

«Este procedimiento se entiende jeneralmente, que no envuelve el uso de una cantidad considerable de energía eléctrica (Cf. «*Ind. i Com. Sus. Az.*», pp. 31, 98), lo que no es completamente exacto, pero requiere bastante trabajo de operarios mui especializa-

dos i preparados, porque las unidades son pequeñas i complicadas. Esto es mui conveniente en el Rhin, pero su adaptacion a Estados Unidos seria discutible. En Oppau, la «Badische Anilin und Sodafabrik» dispone seguramente de grandes cantidades de ácido sulfúrico a precios bajísimos. (Cf. *Ind. i Sus. Az.*, p. 73) i de hidrógeno procedente, como sub-producto de otras industrias. Así las condiciones locales favorecen este procedimiento sobre todos los demás. Personalmente no le veo porvenir bajo condiciones Norte-americanas, particularmente en vista de la competencia del procedimiento mucho mas barato de la Cianámidá que entrega el mismo producto final—Amoniaco».

1915.—MOURGUES, Dr. Luis E., hace en *El Mercurio* de Valparaiso de Junio 24, una esposicion sucinta, pero tan completa i exacta desde el punto de vista industrial del procedimiento Haber que hemos creído oportuno reparar la omision de su publicacion en alguna revista técnica, reproduciéndola in-estenso en el Apéndice a la Parte III de nuestra monografía.

1915.—BERTRAND incluye en su estudio sobre «*Industria i Comercio de Sustancias Azoadas*» publ. como Anexo a la «*Circ. As. Sal.*» N.º 66, 2 (Agosto) una Monografía (Cap. VI, pp. 22-32 i Notas 71 a 78, pp. 96-100) sobre «La Industria del Amoniaco Sintético» en que se tratan sucesivamente las rúbricas de «Materias primas», «Tecnología», «Instalaciones» i «Finanzas».

1915.—«*Badische Anilin und Sodafabrik*» en su Memorial presentado al Reichstag en Mayo, 1915 trad. i publ. in extenso en el Apéndice I de «*Ev. Ind. Az.*», (pp. 237-242) hace importantes declaraciones de las que hemos dado extractos en el texto de la IV parte del presente estudio.

1915.—EHRENBERG, Dr. P., en su folleto sobre la «*Organizacion eventual del Monopolio del Azoe*» publ. en Göttingen en Julio de 1915, trad. in-extenso como Apéndice II en «*Ev. Ind. Az.*» (pp. 245-266), entra en precisiones sobre el costo de produccion del amoniaco Haber (i. c. p. 257).

1916.—BRUNA, Augusto en la *Sesion del Senado* de 5 de Enero emitió el siguiente juicio, «despues de haber estudiado todos los informes del señor Bertrand que son perfectamente documentados i llevan el convencimiento a toda persona desapasionada»:

«El progreso de los abonos artificiales en Alemania resalta mas con el hecho de que habiendo propuesto el Gobierno aleman un proyecto de monopolio de las sustancias azoadas, una de las grandes compañías que fabrica estos productos, la «Badische Anilin und Sodafabrik», que explota el sistema Haber para la fabricacion del sulfato de amoniaco, hizo presentaciones oponiéndose al monopolio, porque seria un obstáculo para el progreso de esas industrias que *se hallan en situacion de competir con el Salitre chileno*».

«I hai que tener presente que la sociedad que dice ésto tiene un capital de mas de cien millones de marcos, un personal de quinientos veinticinco químicos e ingenieros, i que este personal fué el que inventó la alizarina, producto sintético que reemplazó al garance, que se estraía de esta planta; tambien son los descubridores del Indigo artificial, que ha derrotado la industria del añil i cuyos estudios i ensayos se prosiguieron durante 17 años».

«Cuando uno se impone de la obra que ha hecho esta sociedad, cuando sabe que la alizarina a que me he referido bajó de costo desde 17 francos el kilógramo a la décima parte de ese valor en el espacio de veinte años, uno se convence que *la situacion no es para mirarla sin preocupaciones*».

1916.—RIVAS VICUÑA, Francisco, en la *Sesion de la Cámara de Diputados* de 25 de Enero de 1916:

«Las ventajas están de nuestro lado en la competencia que libramos con las fábricas de abonos artificiales».

«Quiero establecer una conclusion paradójal: i es que los mayores interesados en los progresos del amoniaco sintético son los productores de salitre chileno. En efecto, mientras mas barata sea la produccion del amoniaco sintético, mayores facilidades tendrán nuestros productores de nitrato de sodio para trasformar sus productos en nitrato de amoniaco que es el abono ideal».

«No creo que sea la Cámara lugar adecuado para entrar en detalles técnicos, pero quiero hacer resaltar que el fabricante del abono artificial tendrá ventaja en comprar nuestro salitre para saturar su amoniaco con ácido nítrico haciendo combinaciones que le permitirán vender a 83 céntimos lo que de otra manera no podrá bajar de 94.

«Si en vez de vender nuestro producto para que se hagan las trasformaciones en el extranjero, instalamos en Chile las fábricas podremos suministrar ázoe al mundo a un precio inferior a cualquier otro.

«De manera que los progresos paralelos del amoniaco sintético i del que producen las fábricas de coke, por una parte, i los que afectan a nuestra industria salitrera, por otra, establecerán un consorcio efectivo de intereses, ya que los fabricantes de abonos artificiales encontrarán ventaja comprando salitre para producir ácido nítrico destinado a saturar el amoniaco en vez de emplear, como lo hacen hoi, el ácido sulfúrico, que no tiene valor como fertilizante.

«I si los fabricantes extranjeros no aceptaran este sistema, en nuestra mano estaria solamente la instalacion de las fábricas necesarias en el desierto.

«Trasformando nuestra industria a razon de un 7.5% anual, lo que nos da un plazo de quince años para llegar al perfeccionamiento, estaríamos en situacion de abastecer el aumento de ázoe del mundo por un plazo de quinientos años, que asegura la tranquilidad de nuestro porvenir, sin extraer de su suelo ni un kilógramo mas de ázoe, sobre lo que actualmente se explota.

«Esta esposicion ha demostrado categóricamente tres hechos:

«1.º Nada tiene que temer nuestra industria actual de la competencia de las fábricas de abonos artificiales;

«2.º El progreso de nuestra industria i los perfeccionamientos de que sus competidores tienen como consecuencia técnica fatal la fabricacion del nitrato de amoniaco, que nos da el dominio efectivo del comercio del mundo;

«3.º Las existencias de ázoe en nuestra pampa aseguran una produccion igual a la mayor que hemos alcanzado por un período no inferior a quinientos años.

«Los sabios europeos i norte-americanos que se preocupan de estos problemas, trabajan para nosotros, i el término de estos progresos será la instalacion en nuestro desierto de las fábricas que lleven el abono azoado a todo el mundo».

1916.—BERTRAND, en «*Circ. As. Sal.*» N.º 68, p. 77 da con fecha Febrero, 15, 1916, «Nuevas precisiones» sobre costos de produccion, entre otros del amoniaco sintético, espresando que las estimaciones hechas varian entre fr. 0.62 a fr. 0.75 por kilo de ázoe, i agrega: «esta última cifra previene su autor (un técnico noruego Eysten Berg Cf. «*Ev. Ind. Az.*», pp. 124-25), comprende todos los gastos de produccion, amortizacion de 5% sobre las construcciones, 10% sobre las instalaciones i el ácido sulfúrico pagado a 25 francos la tonelada».

1916.—MOURGUES, Dr. E. Luis, en *El Mercurio* de Valparaiso de Abril 3, 1916, comentando las informaciones que trae el tratado de «compuestos azoados» de Martin

i Barbour (Cf. «*Ev. Ind. Az.*» p. 45) recientemente publicado en Inglaterra sobre el procedimiento Haber, hace notar que, en la página 55:

«Los autores afirman que el precio de costo del kilógramo de ázoe al estado de sulfato de amonio es de 28 a 29 céntimos de francos», i desarrolla las consecuencias eventuales que fluyen para Chile, de esta cifra.

1916.—CARIOLA, Luis Alberto, en el N.º 1 (Abril), de la revista mensual *La información* de Santiago, hace una «Breve reseña de la Industria Salitrera», (pp. 24-26), donde bajo la rúbrica «Rivales del Salitre», escribe:

«Por lo que hace al procedimiento Haber, creo que hasta ahora sólo es permitido, al que no desee guiarse por simples impresiones, establecer dos hechos, a saber: que el procedimiento Haber pasó ya del período de laboratorio al de producción industrial, salvando a los Imperios centrales de la falta de nitrato i que, fuera de los productores del artículo i del Gobierno jermánico, *nadie sabe el costo de producción* del sulfato de amoniaco sintético de modo que *se ignora si el producto será o no un competidor comercial serio del salitre* luego que pasen las circunstancias extraordinarias que han impuesto su consumo. Pero sea esto lo que fuere, parece miopía no ver, para el futuro, en el procedimiento Haber i sus similares la mas formidable de las incógnitas que debe despejar la industria del salitre chileno».

1916.—AMUNATEGUI, Manuel, Cónsul Jeneral de Chile en Francia, en Informe oficial fechado Marzo 8, publicado en extractos en *El Mercurio* de Santiago de Mayo 21, 23, 26; de Valparaiso Mayo 23; *La Union* de Valparaiso del 28 i reproducido in-extenso en «*Circ. As. Sal.*» N.º 69, pp. 73-8, espone:

«Nadie sería bastante osado para negar que algunos de los abonos artificiales, como el Sulfato de Amoniaco, estraído de la hulla, principalmente, i el ázoe obtenido por el procedimiento Haber, han constituido i constituyen siempre un peligro para el salitre chileno, pero *un peligro cuyas proporciones no deben agrandarse* i para luchar con el cual, cuenta nuestro abono con elementos únicos i de la mayor importancia, que todos están unánimes en reconocer.

«El profesor de Química del Colejio de Francia, señor Matignon, cree que el sulfato de Amoniaco, estraído de la hulla, producto que se vende desde hace años en el mercado, es el verdadero competidor del salitre chileno; pero que ni por un momento debe olvidarse que *un yacimiento de sustancias naturales, como el que existe en el Norte de Chile, puede siempre competir con ventaja sobre los productos similares artificiales*, mas si se estudia la manera de perfeccionar la elaboración de las sustancias naturales.

«Todos los que conocen nuestra industria salitrera i sus actuales sistemas de elaboración, están de acuerdo con la opinion manifestada por el señor Matignon que queda espuesta.

«Segun informaciones que me han sido comprobadas en diversos centros, el costo de esas instalaciones se calcula en 3,500 francos para producir cada tonelada de ázoe anual, por el procedimiento Haber.

«De acuerdo con ese cálculo, para reemplazar en el mundo la producción actual del salitre chileno se necesitaria un capital de cerca de 2,000 millones de francos suma que representa varias veces el valor total de los terrenos salitreros chilenos con sus oficinas, instalaciones, ferrocarriles, etc.

«Meditese especialmente en las cifras apuntadas i se llegará a la convicción de que *a los productos de ázoe artificial se les presenta dificultades insubsanables ántes de llegar a afectar seriamente en el mercado el salitre de nuestro país*».

Segun se ha visto en la parte I de estas Notas, las opiniones i conclusiones atribuidas en el Informe Consular al profesor Matignon, están en contradicción con las espues-

tas por éste en la Conferencia que dió en el Conservatorio de Artes i Oficios de Paris, solo 11 dias despues de la fecha del citado informe i publicada en la «*Revue Générale des Sciences*» de Enero 1917.

1916.—FLEURENT, E.—En su Conferencia dada en el Conservatorio Nacional de Artes i Oficios de Paris, el 24 de Febrero, trad. en «*Circ. As. Sal.*» N.º 69, pp. 79-83, habló estensamente sobre el amoniaco sintético (I. c. p. 81):

«El procedimiento Haber consume poca enerjia: 1/2 caballo por hora i por kilo de amoniaco producido es empleado para la circulacion de los gases i la compresion. Pero para que sea aplicable, es necesario obtener el hidrójeno a bajo precio. Es posible que un dia las grandes industrias químicas alemanas que producen hidrójeno en exceso, puedan suministrar ese hidrójeno a un precio inferior a aquel que rije en la actualidad

El procedimiento del gas de agua es empleado por la Badische para preparar el hidrójeno que consume el proceso Haber.

«Entregaré, segun diversas informaciones, el kilógrama de hidrójeno a fr. 1.25, lo que corresponde como a 11 céntimos el metro cúbico. En estas condiciones se obtendria el kilógrama de ázoe a un precio variable de 63 a 70 céntimos. Si recordamos que el precio medio del kilo de ázoe amoniaco es de fr. 1.30, os dareis cuenta de que queda, entre el precio de costo i el de venta un gran márgen para los beneficios. Esto esplica que la Badische Anilin und Sodafabrik, que producía solamente 30,000 toneladas de sulfato de amoniaco ántes de la guerra, haya estendido progresivamente su fabricacion i aumentado su capital para llegar a producir actualmente 300,000 toneladas de sulfato de amoniaco.

«Este amoniaco es mui puro; se presenta, pues en condiciones particularmente favorables para la sintesis del ácido nítrico por el procedimiento de Ostwald, de manera que el precio de la transformacion haría su aplicacion posible, segun parece, hasta en tiempo de paz. En este momento, en la fábrica de Oppau de la que os he hablado ya, se produce ácido nítrico con una parte del amoniaco fabricado, pero para evitar las instalaciones costosas—instalaciones de trasformacion del peróxido de ázoe en ácido nítrico diluido, concentracion de este ácido hasta el grado suficiente para la preparacion de los esplosivos—se ha acudido a lo mas urgente, de manera que el procedimiento Ostwald sirve particularmente para fabricar nitrato de soda, el cual es trasformado en ácido nítrico a 48º por el procedimiento ordinario, es decir, por la acción del ácido sulfúrico.

«Se fabrica así actualmente en siete usinas alemanas 30,000 toneladas de nitrato de soda por mes, que corresponden a la produccion de 22,000 toneladas de ácido nítrico de 48º.

«El procedimiento Haber se presenta, pues, como el mas práctico, desde que puede ser aplicado en todas partes donde se tiene carbon a precio normal.

1916.—ZANARTU, P. Enrique, en la *Sesion de las Cámaras de Diputados* del 1.º de Julio pronunció un conceptuoso discurso sobre «La Industria Salitrera» («*Bol. Sesiones Cámara de Diputados*», 1916, pp. 188-197), en que hace referencias al Amoniaco Haber i a su precio de costo, segun las informaciones del Inspector Fiscal. (I. c. p. 193)

1916.—FROMMHERZ, Heriberto, trata del Amoniaco sintético en *El Mercurio* de Valparaiso de Julio 2 i 29.

En el último artículo hace notar que:

«La fabricación del sulfato de amoníaco sintético ha experimentado un impulso considerable con el adelanto de la aviación, mediante los globos i principalmente de los dirigibles, en Alemania, de los zeppelines, que se han fabricado en grandes cantidades, haciendo así necesaria la existencia de grandes fábricas de hidrógeno en distintas partes del Imperio alemán».

También espone que:

«Capitalistas franceses i alemanes ántes de la guerra habian tenido participación financiera en los establecimientos noruegos que se dedicaban a producir nitrato de cal, pero despues *los alemanes, comprendiendo la importancia trascendental del invento Haber, retiraron sus capitales de Noruega i comenzaron a instalarse en propia casa, para explotar el invento Haber.* Precisamente la misma empresa que tenia participación financiera en Noruega, i que es al mismo tiempo la empresa mas poderosa del mundo entero en materia de artículos químicos la «Badische Anilin und Sodafabrik», le compró el invento al profesor Haber, pagando varios millones de marcos por el derecho único i esclusivo de explotarlo, i hoi día dedica una buena parte de sus usinas enormes de Ludwigshafen a la fabricación de salitre sintético. El capital no es imprudente, mira demasiado bien en qué aplica sus fuerzas. *I si esta empresa mundial compromete grandes sumas en una industria completamente nueva, podemos desde luego creer ciegamente en la posibilidad de competencia comercial de materia de precio de costo,* de esta manera de fabricar el nitrato de soda por via sintética. I ademas este invento del profesor Haber lleva una enorme ventaja a todos los demás procedimientos modernos de fabricar salitre sintético por la sencillez del modo de fabricación, siendo el invento de Haber completamente independiente de toda clase de hulla blanca, cosa indispensable para todos los demás procedimientos, pues los gastos en estos últimos son demasiado altos cuando no disponen de fuerza hidráulica barata para producir la corriente para las estufas eléctricas a un precio comercialmente que haga posible el fabricar salitre sintético.

«Con poseer este procedimiento, *Alemania se independiza para siempre de los países extranjeros en todo lo que se refiere a la importación de sustancias nitrogenadas* para la agricultura i la industria; las dos ramas de vida económica de ese país tan altamente desarrolladas.

«El espíritu de independencia económica ha celebrado un nuevo triunfo, i tenemos que reconocer, aunque los efectos del invento nos perjudicarán en el futuro, que cualquier pueblo tiene derecho i hasta obligación de independizarse comercialmente i no depender sino de su propia industria i producción, materia prima para su vida económica. Es indudable que Alemania tratará de proteger esta nueva industria mas tarde abriéndose despues de esta guerra de miras netamente comerciales, sus puertas nuevamente al comercio mundial, con un derecho de importación prohibitivo para cualquier producto similar extranjero, previas medidas que impidan un «trust» entre los fabricantes de salitre sintético, con el objeto de mantener los precios del salitre sintético a una altura normal».

1916.—AGUIRRE-CERDA, Pedro, en la *Sesion de la Cámara de Diputados* del 27 de Julio, pronuncia un documentado discurso sobre la «Industria Salitrera», que contiene referencias al peligro de competencia que importa para el salitre, la «síntesis del amoníaco».

1916.—RIVAS VICUÑA, Francisco en *El Mercurio* de Santiago, de Agosto 3, discurre sobre la Fabricacion de salitre químico en Alemania. Declara:

«Yo creo que se exajera cuando se dice que el mercado aleman se encontrará satisfecho con la sola produccion de sus fábricas despues de la guerra. Sin antecedentes oficiales suficientes.... segun el «Boletin de la Asociacion Salitrera del mes de Marzo último, las fábricas alemanas de amoniaco sintético han producido 300,000 toneladas solamente de sulfato, las que contienen 60,000 toneladas de ázoe, i solo el 10% de éste ha sido trasformado en ácido nítrico.

«Se ve, pues, que *el peligro aleman no lo es en cuanto a la cantidad* i solo quedaria por examinar su influencia en cuanto al precio.

«El proyectado monopolio aleman fija por dos años despues de la guerra los siguientes precios para los abonos azoados: 1 franco 16 céntimos por kilo de ázoe en la calcio cianámda; 1.29 para el ázoe amoniacal i 1.41 para el ázoe nítrico. A estos precios debe agregarse una contribucion que el Imperio aleman cobrará sobre el ázoe i que equivale a 4 d., mas o ménos por quintal de salitre chileno.

«El precio de francos 1.41 por kilo de ázoe nítrico significa para nuestro nitrato, con lei de 96% mas o ménos, un valor en Europa de 8 s., 4 d., o sean 7s., 1d., en nuestra costa dentro de las condiciones normales de flete, naturalmente. Usted recordará que la industria ha podido vivir con estos precios en épocas anteriores de modo que *el pasado es una garantía para el porvenir*».

1916.—ZANARTU-PRIETO, Enrique, en *El Mercurio* de Santiago, de Agosto 5, comenta la esposicion del señor Rivas Vicuña que antecede:

«Aunque tranquilizadora en apariencia es la *demonstracion mas nitida del peligro inminente que amenaza al salitre chileno de ser espulsado de los centros de consumo mas importantes* de Europa.... en esas declaraciones tranquilizadoras del autor creemos ver algo así como una frase irónica con que desea sacudir la modorra de algunos de nuestros dirijentes».

1916.—CARIOLA (salitrero); en el artículo de prensa «*Un programa para el Estado*» (Setiembre 22), reproducido en «*Circ. As. Sal.*» N.º 70, pp. 124-128, combatiendo la «organizacion compulsiva de la industria salitrera», espone:

«Si para el cambio de réjimen se quiere hacer caudal de los grandes progresos alcanzados en los últimos años en la fabricacion del ázoe sintético i en especial del obtenido por el procedimiento Haber; si se quiere hacer valer el hecho de que Alemania haya podido pasarse sin salitre los años corridos de la guerra i los propósitos de monopolio de las sustancias azoadas manifestados en un proyecto de lei por el Gobierno del Imperio, diremos que, por mui serios i dignos de atencion que parezcan estos antecedentes, por mucho que debamos temer de los competidores del salitre, no es aceptable que por obra de un miedo, i *de un miedo ciego*, se quiera abandonar *la via amplia i segura que hasta ahora ha seguido el Estado de Chile en sus relaciones con la industria salitrera* por otra cuyo principio apénas se ve i cuyo fin es tan incierto que bien pudiera conducirnos al abismo. En efecto, *todos esos antecedentes relativos a la futura suerte del salitre en Alemania, aparecen envueltos en una serie de incógnitas*; ignoramos si el Gobierno Imperial, que tan previsor se mostró en todos los preparativos de esta guerra, no lo fué tambien en procurarse una gran reserva de Nitrato de Soda—lo natural es creer la afirmativa;—*ignoramos el precio a que se produce el Sulfato de Amoniaco Sintético, procedimiento Haber*, pues todos los datos publicados al respecto son *simples conjeturas*, tratándose de un verdadero *secreto de Estado* i *secreto de guerra*; ignoramos los detalles del abastecimiento de ázoe inorgánico en las distintas zonas del Imperio i la influencia que la falta de salitre

haya tenido en las cosechas de los últimos años; ignoramos la suerte que correrá en el Reichstag el proyecto de monopolio del nitrógeno, estando mas bien los datos producidos hasta la fecha por el rechazo liso i llano de esa tentativa. En una palabra, *todo lo que con el ázoe en Alemania se relaciona debe representarse para nosotros con un signo de interrogacion*».

1916.—Comunicado del «Office National du Commerce Extérieur» sobre «*La Cuestion del Salitre en Chile*», publicado en «*Le Phosphate*» de Junio 15, traducido en «*Circ. As. Sal.*» N.º 71, pp. 117-8.

Extracto:

«El porvenir de la industria i de la esportacion de salitre no deja de preocupar la mente de los chilenos.... La imposibilidad en que se hallaba el Imperio Aleman de adquirir salitre.... lo ha colocado en situacion de tener que desarrollar en grandes proporciones la fabricacion de abonos azoados. Esta industria continuará forzosamente despues de la guerra i hará una competencia considerable al mercado salitrero. La produccion de sulfato de amonio ha alcanzado este año a la cifra de 600,000 toneladas con los procedimientos corrientes de fabricacion. *La produccion por el procedimiento mucho mas económico de Haber, se elevó en 1915 a 145,000 toneladas i todo contribuye a creer que en 1916 la produccion por medio de este procedimiento alcance a la cifra de 300,000.* Todas estas condiciones contribuyen a hacer calcular que en el curso de este año, Alemania podrá disponer de un millon de toneladas i que ella no tendrá mas necesidad de recurrir al salitre de Chile. Si este último quiere, pues, mantener su cifra de esportacion, debe estender su mirada a otras rejiones».

1916.—«*Boletin de la Asociacion Salitrera*» de Julio (*Circular N.º 70*), contiene (en una retraduccion del ingles) el articulo del «*Frankfurter Zeitung*» de Mayo 29, 1916, con importantes informaciones sobre capacidad de produccion del procedimiento Haber, que hemos dado en su lugar, tomados del orijinal.

1917.—CARIOLA, Luis Alberto, en «*La Informacion*» de Enero 1917, escribe sobre «*Competidores del salitre*» (l. c. p. 15):

«Debemos aceptar como verdad inconcusa la de una inmensa sobreproduccion de sulfato de amoniaco sintético, por el sistema Haber u otro análogo. De este hecho deducen los pesimistas, tambien como un postulado, que esa sobreproduccion significa para Alemania la independencia definitiva de Chile respecto a la provision de ázoe, i, aun mas, la incorporacion de aquel Imperio a la lista de proveedores de nitrógeno para el resto del mundo. *No creemos en la lógica de esta deduccion; i a este propósito nos mantenemos en la opinion manifestada en otras ocasiones: desde el momento en que es una incógnita el costo de produccion del ázoe sintético Haber, es tambien una incógnita la influencia que podrá ejercer éste en el mercado mundial futuro de sustancias nitrójenadas.* Si el precio de costo del amoniaco sintético es tan bajo que pueda competir con el del salitre con fletes normales, el problema será mui grave; si el precio de costo del artículo jermánico no admite esa competencia *toda gravedad desaparece*».

1917.—CHILEAN NITRATE COMMITTEE, en su Informe anual, fechado Octubre 28, de 1916, traducido en «*Circ. As. Sal.*» N.º 72, p... 7, espone, bajo la rúbrica «*Sulfato de Amoniaco i Nitrógeno Atmosférico*»:

«Hai personas que creen que el sulfato de amoniaco producido por medio del procedimiento Haber, hará descender la cotizacion del sulfato de Amoniaco comun a un

nivel que será difícil para el Nitrato de Soda entrar a competir aun con fletes i condiciones jenerales normales. Se sigue, dado el caso que esta eventualidad se produzca, que el nitrato de Soda para que pueda competir debe ser lanzado al mercado a un precio proporcional, es decir, a razon (calculando sobre la base de unidad de nitrógeno) de £ 7.10 la tonelada cuando el sulfato de amoniaco se coticce a £ 10».

1917.—(Editorial).—El «*Economist*» de Lóndres, Noviembre 25-1916, bajo la rúbrica, «*La situacion del Nitrato*» traducido en «*Circ. As. Sal.*» N.º 72, pp. 164-167, espone:

«Con su habitual prevision i su amplitud de recursos Alemania ha, sin embargo, contrarrestado la dificultad por medio de la produccion nacional en grande escala del sulfato sintético de amoniaco i por medio de la estraccion del nitrógeno de la atmósfera, de cuyos ámbos productos es obtenible el ácido nítrico en cantidades que permiten la manufactura i el uso de esplosivos enemigos en grande escala. Una de las lecciones que la guerra ha enseñado a cada nacion es la enorme importancia de no depender de nadie para la produccion de municiones de guerra; i en varios paises se han proyectado fábricas para la manufactura nacional del sulfato de amoniaco i de nitrógeno atmosférico i se han otorgado subsidios, a fin de no estar a merced de merodeadores navales o de la posible enemistad de un Estado esportador.

«*El procedimiento Haber de manufacturar el Sulfato de Amoniaco, puede hacer bajar tanto su precio que los productores de nitrato podrian competir dificilmente con él aun con fletes normales.*»

1917.—(Editorial).—El «*Chemical Trade Journal*» de Enero 20, de 1917, pp. 43-44 en su revista anual «*El Salitre en 1916*», traducido en «*Circ. As. Sal.*» N.º 72, pp. 167-173, espone:

«No es esta la ocasion de discutir la cuestion «sintética»; pero las existencias de nitrógeno en el aire son inagotables i ya se están instalando fábricas en todas partes del mundo. *La advertencia de que podria venir una competencia de este lado, repetida muchas veces desde estas columnas i despreciada tanto por los industriales salitreros como por el Gobierno chileno, prueba que ha sido justificada* i de este modo el monopolio por tanto tiempo mantenido por la República sud-americana, tendrá que llegar a un fin».

1917.—(Editorial).—El «*Chemical Trade Journal*» de Marzo 17, 1917, (pp. 231-32), traducido en «*Circ. As. Sal.*» N.º 73, pp. 15-16, bajo la rúbrica:

«*Produccion de Nitrógeno en Alemania:*»

«El tercer método adoptado para la preparacion del nitrógeno combinado, fué la síntesis directa del amoniaco. Bosch i Mittasch, dos químicos ingenieros de la Badische Anilin, adaptaron la síntesis del amoniaco a condiciones industriales en forma que la compañía ha podido establecer una factoría que elabora 30,000 toneladas de sulfato de amoniaco sintético. En Abril de 1914 aumentó su capital, con el objeto de aumentar la produccion a 130,000 toneladas, i despues de la batalla del Marne la misma compañía recibió una subvencion del Gobierno aleman, para hacer subir la produccion a 300,000 toneladas.

1917.—PAINE, M. H., Jereñte del Chilean Nitrate Committe, en su Informe «*El Nitrato de soda despues de la guerra*», fechado en Lóndres, Abril 18, 1917, publicado en «*Circ. As. Sal.*» N.º 73, pp. 98-105, escribe (r. c. p. 101):

«Hasta aquí el sulfato de amoniaco ha sido, con mucho, el competidor mas serio del nitrato de soda i parece que va a continuar siéndolo por algun tiempo. La produccion de los hornos de coke en todos los paises productores está aumentando rápidamente

i en los Estados Unidos solamente se calcula que en 1917 la producción de sulfato de Amoniaco será el doble de la de 1914. El tiene la ventaja de no solo de ser un subproducto sino que tambien es en varios países un producto local, cosa que se ha evidenciado mucho en estos tiempos. Aumentado como está ahora por la variedad sintética que se elabora sobre la base del procedimiento Haber en Alemania se verá que la concurrencia del sulfato de amoniaco aumentará vivamente.

«Como se ha dicho mas arriba, el nitrato de cal i la cianámidá, estuvieron colocados en el mercado ántes de la guerra a precios aproximadamente iguales al nitrato de soda, a £ 10 la tonelada, i es razonable suponer que el aumento en estas industrias, junto con las del Amoniaco sintético i la del sub-producto, o sea el sulfato de Amoniaco, será acompañada por una reduccion en el costo, i en consecuencia, de mas bajos precios de venta».

«Para despues de la guerra se deberia basar el precio del nitrato de soda, por consiguiente, para que fuera moderado, en el precio que tenia ántes de la guerra en el mercado, o sea £ 10 la tonelada, con una reduccion posible, digamos hasta £ 9. la tonelada en los mercados consumidores. *Esto necesitaria un precio f. o. b. de alrededor de 6 s., 9 d., por quintal con fletes normales.* Como están las cosas al presente, seria imposible para varias oficinas un precio semejante, de modo que el caso parece ser que, o debe reducirse el costo f. o. b., o la industria correrá el riesgo de ver su producción grandemente disminuida, así como el consumo, debido a que los precios de los mercados son demasiado altos. Parece, por tanto, que debe ser imperativo reducir el costo f. o. b., i la cuestion es cómo puede hacerse ésto.

«A pesar de todos los esfuerzos que se hacen para abaratar el actual costo de producción es difícil presumir que bajo las condiciones mas favorables la economía que se necesita se obtendrá solo por medio de métodos nuevos i mas baratos de producción. Únicamente hai otro recurso disponible, a saber, la reduccion de los derechos de esportación».

1917.—CARIOLA, (salitrero), en *El Mercurio* de Santiago, Junio 12, bajo el título: «Enajenacion de salitreras fiscales», escribe comentando los dos editoriales ingleses anteriormente extractados:

«Basta saber que las tres cuartas partes del salitre actualmente esportado se consume en explosivos i que la guerra puede terminar de un día a otro para mirar con inquietud el porvenir.... Bien saben nuestros lectores que no hemos figurado ni un solo momento entre los pesimistas, pero no buscamos tampoco sitio entre los ilusos» (Cf. opiniones emitidas por «Salitrero» en Octubre 15 de 1916 en «*El Salitre i sus competidores*», publicado en «*Circ. As. Sal.*» N.º 70, pp. 128-131).

1917.—BERTRAND, «*Evolucion de las Industrias del Azoe*», 1 vol. de XXXVIII + 363 páginas (escrito en el 2.º semestre de 1916), publicado como anexo al Boletín de Mayo de la Asociación Salitrera (Circular N.º 73) del que ha dado cuenta la prensa diaria el 23 de Junio de 1917 i siguientes.

Contiene referencias al procedimiento Haber en las páginas XXVI, 4, 6, 7, 9, 11, 12, 21, 23, 24, 25, 26, 32, 36, 42, 43, 50, 51, 67, 71, 73, 82, 84, 89, 92, 94, 100, 116, 125, 130, 191, 211, 216, 219, 221—Nota, 225, 238, 240, 241, 247, 248, 254, 257, 258, 261, 262, 264, 288, 290, 291, 326, 327, 328, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 348, 353, 358, 360.

Expansion de la Minería Japonesa ⁽¹⁾

Inducido por el gran aumento en la demanda del fierro i el acero en el Japon, el Departamento de Agricultura i Comercio investigó las fuentes de produccion del mineral. El siguiente es un breve extracto del informe presentado al Comité de la Dieta.

La principal fuente de abastecimiento de mineral en todo el imperio propiamente dicho, es la mina Kamaishi, cuyo depósito de fierro magnético se calcula en 35.000.000 de toneladas. Otros depósitos de mineral semejante se calculan tener un total de 5.000.000 i 6.000.000 de toneladas en las minas de las provincias de Rikuchu, Echigo, Iwaki, Iwashiro, Kozuke, Yamato, Harima i Mimaska. Algunos depósitos de mineral de fierro rojo, que se calculan en un total de 30.000.000 de toneladas, están ubicados en las provincias de Echigo, Rikuchu, Tosa, Hyogo, Rikusen e Izumo. Algunos otros depósitos de mineral de fierro pardo, que se creen contienen un total de 10.000.000 de toneladas, hacen ascender el total calculado a cerca de 80.000.000 de toneladas, solamente en las islas.

DEPÓSITOS CONTINENTALES DE FIERRO EN ASIA

Los principales minerales de Chosen son los de fierro rojo i pardo, de los cuales los depósitos mas importantes se encuentran en la rejion del Rio Tatung, i se cree contienen cerca de 10.000.000 de toneladas. Otros depósitos hasta ahora descubiertos en Chosen pueden contener no ménos de 20.000.000 de toneladas, haciendo un total para todo el pais de 30.000.000 de toneladas.

En Mandchuria se sabe que existen en la rejion de Anshantien varias clases de mineral de calidad un tanto pobre, cuya cantidad total se calcula en 260.000.000 de toneladas. Las famosas minas de Penshiho producen especialmente fierro magnético, i el depósito total se calcula en unos 80.000.000 de toneladas de buen mineral.

En China las principales rejiones productoras de fierro se encuentran en el Valle de Yangtse, pero tambien se sabe que el mineral abunda en las provincias de Shantung, Shansi, Honan, Kiangsu, i Fukien. La mina mas grande de fierro en el Valle de Yangtse es la de Taiyeh, que se calcula contiene 100.000.000 de toneladas. Estos depósitos chinos necesitan mayor desarrollo i esploracion, para que se tengan bases para el cálculo de tone-

(1) Traducido del «Engineering and Mining Journal», Julio 15 de 1916.

laje; i cuando la investigacion se haya completado, se cree que las fuentes productoras del fierro serán bien conocidas.

Sabiendo que las fuentes de produccion con que se cuenta contienen un total de 500.000,000 de toneladas, el informe de la Dieta del Japon llega a la conclusion de que miéntras los depósitos en el Japon son pequeños e insuficientes para el desarrollo de herramientas de fierro que el Japon requiere, las otras fuentes de produccion son suficientes i justifican la expansion de las obras.

A este respecto será de interés agregar tablas compiladas por la investigacion del Departamento de Finanzas, que muestren, como lo hacen, la expansion de la minería en el Japon bajo el estímulo de las condiciones de tiempo de guerra. (Aparentemente estas tablas han sido sometidas a censura.—Editor.) Es de interés fijarse en que las importaciones de fierro i acero metálicos decrecieron 22,000 yens en valor, de 1913 a 1915, o sea un 39%, en tanto que las importaciones simultáneas de mineral aumentaron en 29,000 toneladas, o cerca de un 10.4%. No se dan cifras para la esportacion de fierro i acero.

TABLA N.º I.—IMPORTACIONES DE METALES EN EL JAPON DURANTE 1915

	1915	1914	1913
Hierro i acero, yens.....	34.419,985	39.933,882	56.763,882
Otros metales, yens.....	20.372,762	11.562,165	14.016,807

ESPECIFICACIONES DE ALGUNOS DE LOS METALES COMPRENDIDOS EN EL TOTAL ANTERIOR

	1915		1914		1913	
	Tons. mét.	Yens	Tons. mét.	Yens	Tons. mét.	Yens
Plomo.....	15,682	3.245,457	16,139	3.118,895	15,658	2.817,477
Zinc.....	8,471	3.137,437	8,201	1.868,853	13,531	3.390,962
Estaño.....	1,195	1.992,651	1,328	2.085,479	1,201	2.377,486
Laton i bronce.....	.....	1.719,995	.....	450,770	.....	817,863
Níquel.....	956	1.601,413	1,010	1.592,997	946	1.421,473
Aluminio.....	488	424,257	481	390,972	311	233,706
Otros metales...	.....	7.040,400	.....	1.051,503	.....	1.042,833

Las importaciones de los demás metales, sin contar el fierro i el acero, aumentaron en valor, de 1913 a 1915 en mas de 6.000,000 de yens, o sea

un 45%; mientras que el valor de las importaciones de mineral aumentaron de 269,980 en 1913, a 2.064,659 yens en 1915, o sea una ganancia de 664%.

Se notará que las importaciones de latón i bronce aumentaron en valor, de 817,863 yens en 1913, a 1.719,995 yens en 1915; o sea un aumento de 110%. Simultáneamente las esportaciones de bronce i latón aumentaron en valor, de 213,080 yens en 1813, a 1.659,522 yens en 1915; o sea una ganancia de 678%. Aparentemente el consumo doméstico de unos 600,000 yens de metal en 1913 decreció en 1915, al grado de que el valor del metal importado i el del esportado casi se igualan.

TABLA N.º 2.—IMPORTACIONES DE MINERALES EN EL JAPON DURANTE 1915

	1915		1914		1913	
	Ton. mét.	Yens	Ton. mét.	Yens	Ton. mét.	Yens
Mineral de fierro.....	309,174	1.812,311	299,241	1,729,068	280,246	1,585,211
Todos los otros minerales.....	.....	2.064,659	.....	574,374	.....	269,980

No se dan especificaciones para el dato «Todos los otros minerales» que ha aumentado mucho durante el último año. El aumento probablemente se debe a la gran importación de los minerales de antimonio procedentes de China.

La importación de diversos metales talvez incluyendo el cobre están aparentemente comprendidos en la tabla N.º 1 bajo el título de «Otros metales». Se verá que el valor de éstos aumentó de 1.042 833 yens en 1913 a 7.040.400 yens en 1915, o sea un aumento de 575%.

En las tablas 3 i 4, que dan las esportaciones japonesas, se nota mejor la rápida prosperidad de las minas del Japon en tiempo de guerra.

Los capítulos mas significativos de estas tablas son los que se refieren al cobre metálico i al antimonio, a los minerales de zinc, de tungsteno, de manganeso, etc.

TABLA N.º 3.—ESPORTACIONES DE METALES DEL JAPON DURANTE 1915

	1915		1914		1913	
	Ton. métr.	Yens	Ton. métr.	Yens	Ton. métr.	Yens
Cobre: Lin- gotes i plan- chas.....	57,411	44.264,301	44,124	27.196,617	42,136	28.183,904
Placas i ho- jas.....	.....	1.445,548	.....	1.028,785	.....	239,586
Alambre.....	.....	453,449	.....	242,211	.....	181,821
Zinc: Lingo- tes i plan- chas.....	5,395	3.993,980	.....	.....	.....	.....
Antimonio..	8,644	7.707,422	4,307	1.117,456	1,602	486,054
Tubos de hierro.....	.....	198,924	.....	48,388	.....	67,410
Hierro viejo	.....	253,029	.....	323,011	.....	331,619
Níquel.....	.....	6,496	.....	15,367	.....	14,942
Latón i me- tal amari- llo: Placas i hojas.....	.....	1.659,522	.....	245,775	.....	213,080
Alambre.....	.....	256,215	.....	107,286	.....	108,922
Otros varios	.....	3.181,857	.....	724,988	.....	701,281
TOTALES.....	.....	63.420,745	.....	31.059,884	.....	30.510,619

TABLA N.º 4.—ESPORTACIONES DE MINERALES DEL JAPON DURANTE 1915

	1915		1914		1913	
	Ton. métr.	Yens	Tons. métr.	Yens	Ton. métr.	Yens
Zinc.....	6,128	360,774	14,155	470,251	27,383	943,271
Tungsteno.....	483	460,042	.....	.....	.....	.....
Antimonio.....	396	134,182	.....	.....	.....	.....
Manganeso.....	2,999	161,509	.....	120,043	.....	1,366
Molibdenita.....	7	55,678	.....	.....	.....	.....
Otros.....	.....	126,447	.....	.....	.....	.....
TOTALES.....	.....	1.298,632	.....	599,294	.....	944,637

El tonelaje de lingotes de cobre esportados aumentó 36%; el de antimonio, 43%; i el valor del tungsteno, manganeso, etc., comprendidos en la tabla 4, 900%. Se verá que las esportaciones del mineral de zinc decrecieron de 27,383 toneladas en 1913, a 6,128 toneladas en 1915; o sea una pérdida de 78%, que se comprende despues de hacer referencia a las cifras del laton i del bronce que ya presentamos.



Las minas de Vizcaya i la guerra

La esplotacion de las minas de esta provincia se halla ligada de un modo necesario a la guerra actual. La sesta parte de la cantidad normal de mineral que en esta se estrae, se beneficia en nuestros hornos; todo lo demas se esporta. La esportacion actual se hace casi exclusivamente a Inglaterra, pues sólo una mui pequeña cantidad se lleva a Francia.

El primer efecto de la guerra en las minas de Vizcaya el año 1914, fué la suspension de los trabajos en muchas esplotaciones, la disminucion de la esportacion del mineral, i la baja en el mercado.

Ya en los años anteriores al 1914 iban suspendiéndose los trabajos en muchas minas, por agotarse el mineral o por no poder hacer una esplotacion económica. En los cinco últimos meses de dicho año suspendiéronse los trabajos en cinco minas; en los seis primeros meses del año 1915 la suspension alcanzó a 23 esplotaciones mas, i en los seis meses restantes, cesaron los trabajos en otras siete minas; volvieron a trabajarse algunas esplotaciones durante el año 1916, i en los primeros tres meses del año actual se han reanudado los trabajos en trece minas i se han suspendido en nueve.

La cantidad de mineral que se estraja i se esportaba, venia disminuyendo mucho ántes de la guerra, i se ha acentuado esta disminucion durante ella. La mayor esportacion i extraccion en toda la historia de la minería de esta provincia fueron el año 1899. La produccion fué de cerca de 6.000,000 de toneladas, i la esportacion 5 millones i medio; desde aquel año van bajando gradualmente la produccion i la esportacion. Esta disminucion es mui acentuada en los años 1906 i 1907; la cifra menor, tanto

de producción como de exportación, aparece en el año 1915; en el año 1916 ha habido ya un aumento considerable como se ve por los siguientes cuadros:

CANTIDAD DE MINERAL EXTRAÍDO EN VIZCAYA

	Toneladas.
Año 1913.....	3 910 878
— 1914.....	3 034 628
— 1915.....	2 778 580
— 1916.....	3 238 022

CANTIDAD ESPORTADA

	Puerto Bilbao	Puerto Castro
Año 1913.....	3 190 737	262 070
— 1914.....	2 257 417	127 173
— 1915.....	2 103 974	128 769
— 1916.....	2 435 233	301 856

Mirando a la mayor explotación, que ya hemos dicho que fué el año 1899, i teniendo en cuenta que ésta fué aumentando progresivamente en los años anteriores, i disminuyendo en los posteriores, estamos ahora a la misma altura que el año 1879, pues la del 1880 sobrepujo con mucho a aquélla i a la actual.

El mercado de minerales de hierro bajó algo el año 1914, i siguió deficiente en todo el año 1915; se inició el alza a mediados del 1916 acentuándose ésta en los últimos meses de ese año; se hicieron en esos meses ventas a muy buenos precios de minerales de primera tanto rubios como carbonatos; los lavados ricos i puros tuvieron también alta cotización, alcanzando las transacciones a una gran parte de la producción del primer semestre de este año; los minerales de segunda fueron poco solicitados en el mercado, pues la carestía de fletes i las dificultades de encontrar buques para su exportación, son causa de que éstos lleven los de buena ley i no los de segunda. Hubo un momento en que los agentes ingleses que realizaban estas compras, contrataron algunas partidas a precios bastante altos, bien porque creyeran que les iba a faltar minerales de primera e iban éstos a ser comprados por otros, o porque no interpretaron bien las órdenes recibidas, o por la causa que fuere; es lo cierto, que el Gobierno inglés o las empresas que les enviaron les prohibieron seguir haciendo compras. Desde Enero se

ha paralizado casi por completo este mercado; sólo se conocen desde entonces tres transacciones i sólo una de ellas de importancia.

En la actualidad los depósitos están abarrotados de mineral, i algunas minas tienen que disminuir por esta causa la explotación. Las dificultades de conseguir buques para exportar este mineral, aunque esté vendido, son cada vez mayores, i preocupan seriamente a los explotadores; en los tres meses últimos los fletes i seguros alcanzan cifras fabulosas i no se encuentra un buque libre; desde el 1.º de Febrero o sea desde el principio de la campaña submarina sin previo aviso, la exportación disminuyó considerablemente por el retraimiento de los buques neutrales; ese mes fué el de menor exportación de toda la guerra; la de Marzo i Abril siguió mui deficiente, aunque mejoró; la de Mayo ha sido ya normal i da alguna esperanza de alivio de esta crisis de la exportación del mineral, la cual se traduciría, de lo contrario, en la disminución de la producción, baja en el mercado i despido de obreros.

En el cuadro siguiente vemos claramente esto, teniendo en cuenta que la exportación normal por este puerto debe ser lo ménos de 200 000 toneladas.

Meses	N.º de buques	Exportación a Inglaterra	Exportación a Francia	Total
Enero.....	71	192 456	17 750	210 206
Febrero.....	34	86 886	4 390	91 276
Marzo.....	59	171 196	3 340	180 536
Abril.....	55	150 806	2 253	173 059
Mayo.....	62	196 334	4 423	200 757

A Estados Unidos se exportaron también 11 000 toneladas en Marzo i Abril.

Comparemos estas cifras con las correspondientes en los meses de los años anteriores para ver las diferencias, i tenemos:

Meses	Año 1913	Año 1914	Año 1915	Año 1916	Año 1917
Enero.....	310 547	212 674	134 989	169 324	210 206
Febrero.....	266 697	204 538	150 910	202 440	91 276
Marzo.....	289 766	226 095	220 822	202 009	180 536
Abril.....	273 106	230 327	204 430	213 656	173 059
Mayo.....	213 577	164 942	236 116	189 508	200 757

Ya digo ántes que las dificultades de conseguir buques preocupan, i con razón, a los explotadores; hai verdadera desorientación, i no se ve cómo se presentará el mercado que ahora está paralizado casi por completo; nada se vislumbra con claridad en este sentido.

Lo probable es que aumente la esportacion a pesar de todas esas dificultades i que se reanude el mercado. Me inclina a creer esto, el que Inglaterra se ve necesitada en estos momentos de minerales ricos; todos los datos que sobre esto he recojido, confirman esta afirmacion; la cantidad de mineral normal que explota el Reino Unido es de 14 a 15 millones de toneladas con un promedio de lai de 38 por 100; necesita, pues, minerales ricos para mezclarlos con los suyos en los hornos; se surte de nuestra Península, especialmente de Bilbao i del Norte de Africa; los datos i referencias que en estos momentos tengo, son de que esta nacion necesita mas que nunca de nuestros minerales; si esto es así, se normalizará la esportacion i se reanudará el mercado.

Hoi la mayor parte de la esportacion se hace en buques ingleses; a éstos se les unen jeneralmente algunos españoles i noruegos, i forman así un con-voi que espera a salir a determinadas horas i determinados dias; estos grupos suelen ser de unos 10 buques aproximadamente, i se forman cada cinco o seis dias. En esta forma se hace ahora la esportacion de nuestros minerales, i gracias a esto, no se paran los trabajos en las minas; lo que traería un perjuicio grande para los explotadores, i otro mui grave de órden social por el despido forzoso de muchísimos obreros.

E. ALVAREZ MENDILUCE.

Ingeniero dd minas.



Los yacimientos de cobre de Katanga (1)

(El autor hace una reseña de la jeolojía de los yacimientos metalúrgicos de Katanga en el Congo Belga, trabajadas por la Union Minière du Haut Katanga).

Durante una excursion al Africa del Sur i Central que efectué el año pasado, hice una visita a la zona cuprífera de Katanga, en el Congo Belga, en que la Compañía belga, la Union Minière du Haut Katanga ha preparado la explotacion de grandes yacimientos de cobre, de la cual un gran número de acciones está en poder de la Compañía inglesa, «Tanganyika Concessions Ltd.» No es mi intencion hacer la historia o balance jeneral de esta em-

(1) Traducción del «Mining Magazine», Lóndres, Marzo 1917.

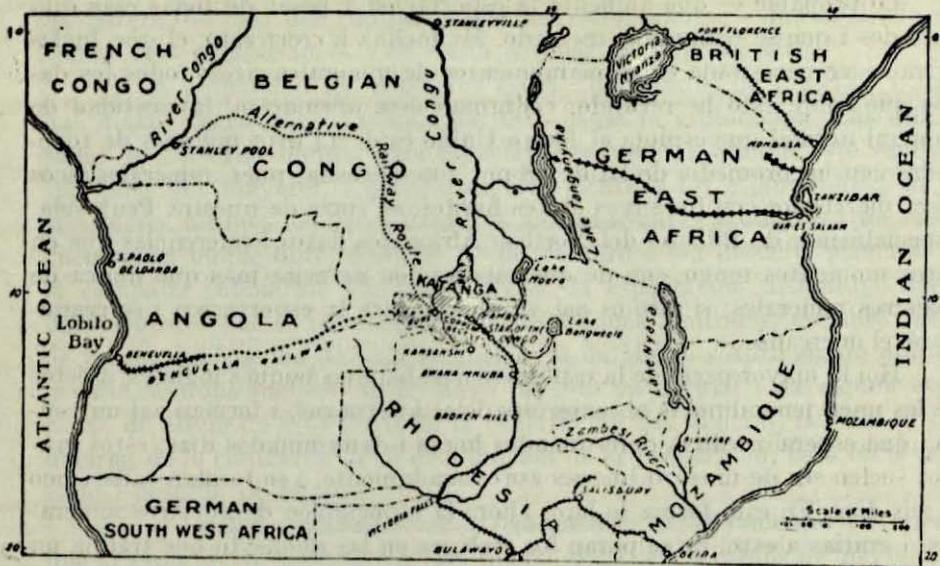


Fig. 1.—La situación de Katanga indicada en el mapa de Africa Central

presa o referirme a su trabajo metalúrgico. Presumo que estas cuestiones son bastantes familiares a los lectores del Magazine que han seguido con interes el avance gradual en la produccion del cobre. Mi objeto en este artículo es dar mis impresiones sobre los yacimientos i sobre su naturaleza i jeología.

La zona de cobre se estiende por 250 millas en direccion E. O. con un ancho de 30 a 60 millas. Es una rejion bien regada i poco boscosa a una altura de 4,000 a 5,000 piés (1,220 a 1,525m) sobre el nivel del mar. Dentro de los límites de la concesion, en mas de 100 puntos hai grupos de trabajos antiguos hechos por los naturales del pais, i se ha descubierto la presencia de minerales de cobre. Un número considerable de estos yacimientos se han reconocido por pozos i en algunos se ha practicado una cantidad limitada de sondajes. Tres minas, la «Star of the Congo», Kambove i Luushia se han abierto. Otras, la Likasi i Chituru han sido estensamente exploradas por pozos i laboreos, i se han ensayado grandes cantidades de mineral. En el tiempo de mi visita, Mayo de 1916, se estraia mineral de la «Star of the Congo» i Kambove. Con respecto a la estension actual del yacimiento, se ha dado la cifra de 40.000,000 tons, como cantidad de mineral posible. Se necesitarán sin embargo reconocimientos mas prolijos de los yacimientos para dar una cifra mas segura de tal cubicacion. Miéntas tanto basta decir que se han reconocido cantidades de mineral suficientemente grandes para alimentar una fundicion de capacidad de 40,000 tons., de cobre por año. En Kambove, Mr. Horner tuvo la bondad de suministrarme de un modo jeneral su

avaliacion sobre las reservas de minerales de alta lei. Estima el mineral definitivamente reconocido en 2.000,000 tons., el mineral probable en igual cantidad mas o ménos, tomando en consideracion solo el mineral existente encima del nivel de estraccion i asignándole una lei de 10% de cobre. De un modo análogo se calcula en 3.500,000 tons., de 8% de cobre, la cantidad de mineral reconocido i probable sobre el nivel de estraccion en la mina «Star of the Congo», cifra de la cual 1.000,000 tons. pueden considerarse como tonelaje de mineral a la vista. A las cubicaciones anteriores se deberia agregar en cada caso una cantidad considerable de mineral probable existente debajo del nivel actual de estraccion sobre el nivel de aguas subterráneas; pero no se puede hacer una apreciacion de estas cantidades. Star i Kambove son solo dos de las minas i no son necesariamente las mas grandes. A las reservas anteriores de minerales de alta lei se deben agregar grandes cantidades de minerales pobres que serian aptos para la lixiviacion.

La mina «Star of the Congo» se estiende en el extremo sureste de la concesion i fué la primera que se abrió por ser la mas accesible. Queda a mas de 10 millas de Elizabethville. La explotacion se hace a cielo abierto i la zona en que está ubicada la mina es plana i cubierta de matorrales. En contraposicion a la mayoría de los depósitos minerales de Katanga, este yacimiento no forma un cerro que se eleve notablemente sobre los alrededores. La roca consiste de dolomita, pizarra, arenisca i cuarcitas, i una masa completamente desintegrada que se observa en el costado sur de uno de los rajes a cielo abierto representa segun Mr. F. E. Studt una sienita micácea descompuesta. En el terreno casi no se puede distinguir esta roca de una pizarra arenosa (sandy shale) i su presencia es notable por ser la única roca ígnea que se puede considerar en relacion con el yacimiento. Las escavaciones a cielo abierto que se trabajan son dos, una en el sur que se profundiza en dolomitas poco inclinadas i las capas que realmente constituyen la escavacion del lado norte de la mina que son arenizas i pizarras arenosas fuertemente inclinadas. Entre las dos escavaciones queda una faja de cuarcita que contiene alrededor de 3% de cobre i que no es aprovechable en la actualidad. En esta faja se ha dirigido un largo socavon por el cual se extrae el mineral por medio de un cable sin fin hasta la planta de lavado en la cual se criba i se lava en parte. El mineral de las escavaciones superficiales arrancado por trabajo a mano por palas a vapor se trasporta hasta el socavon en vagonetas movidas por hombres.

La fig. 2 representa una seccion trasversal del yacimiento. Las capas, designadas por letras en la figura, son las siguientes:

- a) Cuarcita desintegrada que contiene malaquita, el así llamado «green-ore» (mineral verde); lei de cobre 17%; potencia 40 piés (12m.)
- b) Pizarra arenosa endurecida; lei de cobre 8%; potencia 30 piés (9m).
- c) Mineral cuarzoso; lei de cobre 5½%; potencia 30 piés (9m). El lí-

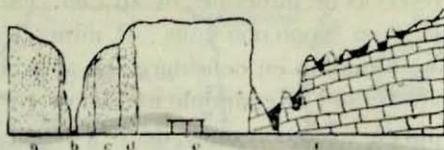


Fig. 2.—Corte a través del cuerpo mineralizado de la Star of the Congo.

mite o separacion entre las capas *b*) i *c*) no es bien marcado, en partes hai penetracion de una en la otra.

d) Zona principal de «óxidos negros»; lei de cobre 18 a 20 piés (6m).

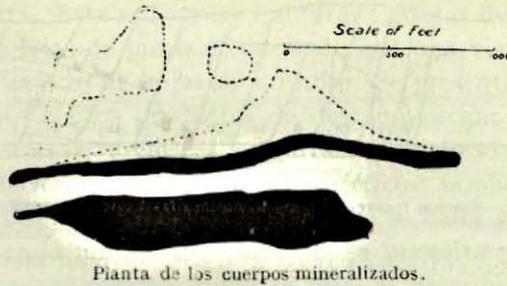
e) Faja de cuarcita en la cual corre el socavon i que contiene 3% de cobre; potencia 150 piés (46m).

f) Dolomita suavemente inclinada que ha sufrido fuerte erosion i presenta picachos rodeados por materias residuales terrosas que contienen óxidos negros de cobre con lei de 7½% en este metal i cantidades variables de cobalto. Se ha escavado en un ancho de 200 piés (61m).

La jeología descrita no es clara. Es evidente que han tenido lugar movimientos considerables en las rocas con formacion de fracturas i fallas. Si las dislocaciones son profundas o si solo se trata de hundimientos locales no se puede saber a primera vista. Despues de las perturbaciones que han sufrido las rocas siguió un período de erosion i oxidacion. Una campaña de sondajes terminada recientemente ha suministrado muchos datos; pero aun no se han publicado.

La mina Kambove está situada a mas o ménos 100 millas al noroeste de Elizabethville, en una rejion de topografía considerablemente mas accidentada que la de la mina «Star of the Congo». La mina misma se halla en un portezuelo entre dos cerros; pero en terreno elevado, a 150 o 200 piés (46 a 61 m) sobre el pequeño estero que corre entre ésta i la línea principal del ferrocarril. Las rocas consisten de cuarcita, arenisca, pizarras arenosas i filitas de varios tonos de rojo, color búfalo, plomo, azul i verde. En la superficie estas capas mantean 70°; pero esta inclinacion se modera rápidamente hácia la profundidad, i presentan la forma que toma la falda de un pliegue de rocas sedimentarias comunes espuesto a la superficie i que ha sufrido erosion. Aunque las rocas han sido trituradas i evidentemente han participado en movimientos tectónicos no se presenta esa diversidad de manteos i corridas que se observa en las minas «Star of the Congo» i «Luushia». Dos depósitos metalíferos denominados sur i norte se trabajan actualmente, i en la superficie; en el lado pendiente se conoce un tercero, que es probablemente nada mas que una prolongacion del yacimiento norte. El esquema de la figura 3 muestra la forma en planta del yacimiento, en la superficie i al nivel del socavon.

La mina Kambove se ha abierto por medio de un nivel o galería de estraccion dirijida entre los dos depósitos o cuerpos metalíferos i a 120 piés



Pianta de los cuerpos mineralizados.

El color negro representa mineralización continua. Las líneas de puntos indican los contornos de los cuerpos mineralizados no explorados aun en profundidad.

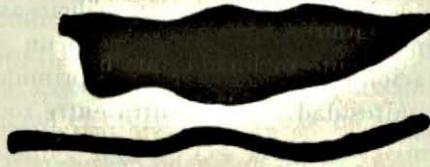


Fig. 3.—Kambove.—Cuerpos mineralizados Sur i Norte, al nivel del Socavon.

(37m) debajo de la altura media del yacimiento. Desde esta galería se han dirigido estocadas en direcciones opuestas i chimeneas para conectar con las escavaciones a cielo abierto profundizadas en el yacimiento. Una pala a vapor trabaja en el arranque de la faja estéril que queda entre los dos macizos metalíferos (sur i norte) y a medida que se profundizan las escavaciones abiertas se deben emplear otras palas para desencapar el macizo norte que se extiende bajo un pendiente de minerales pobres, debido a la inclinación de las estratas. Las capas varían en espesor, carácter i contenido de cobre pero esta variación es principalmente de origen secundario i hai aquí esencialmente dos, o tal vez mas, cuerpos metalíferos en los cuales el carbonato i óxidos de cobre impregnan i reemplazan (proceso metasomático) ciertas capas sedimentarias. Los resultados de un muestreo trasversal a la corrida de las capas en que se arma el yacimiento del sur se pueden obtener de la figura 4, que ilustra la variación de la lei de cobre.

La mina «Luushia» se encuentra en una rejion plana cubierta por arcilla arenosa residual roja en la cual crece la planta tan comun en estas llamada «scrub-brush». El terreno se ha explorado hasta una profundidad de mas o ménos 10 piés (3m) por medio de pocitos de prospeccion profundizados a intervalos de 60 piés (18m.) i dispuestos en rectángulos. Todo el material extraído de estos pozos se reunió, se sometió a un cuarteo i se hizo un análisis de la muestra. Sobre la base de la informacion así obtenida se cortaron fajas de 10 a 12 piés de profundidad (3 a 4m), lo mas perpendiculares posible a la corrida. Una de éstas se ensanchó para arreglar una línea férrea para la mina, i en el curso de este trabajo se sacaron alrededor de 20,000 tons. de mineral fundente que mas o ménos alcanzó a pagar los gastos de exploración i la conexión del ferrocarril. En estos antiguos pozos se ven masas

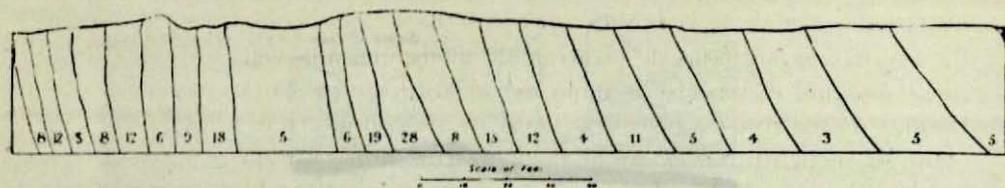


Fig. 4.—Kambove.—Sección trasversal que indica la variación del espesor de las capas i de la lei de cobre.

pulverulentas siliciosas de color rojo que contienen óxidos i carbonatos de cobre, fierro i cobalto. En el corte del ferrocarril se observa gran cantidad de pizarras arenosas desintegradas, dolomitas siliciosas i arcillas rojas. En parte las capas tienen suave inclinación; pero hai un macizo que presenta estratificación o esfoliación vertical i está tan comprimido i torcido que muestra casi verdadera esquistosidad. Se encuentra entre rocas que han sido poco perturbadas.

En el norte la dolomita aflora con suave inclinación hacia el sur. Como muestran los pozos de prospección, la dolomita continúa bajo el yacimiento i en el extremo sur de la zona explorada se halla a una profundidad de 200 piés (61m) debajo de la superficie. El contacto entre esta i la zona de oxidación del yacimiento se dice que es bien marcado. La dolomita se presenta agrietada i quebrada i las hendiduras se hallan rellenas con pirita i calcopirita con ganga de calcita. Los sulfuros también impregnan la dolomita misma i en una estocada se descubrió una capa fuertemente inclinada de dolomita pizarrosa negra de 10 piés (3m.) de espesor con una lei media de cobre de 10%. Esta capa se siguió por una distancia de 200 piés (61m) a lo largo de corrida i se encontró en concordancia con el pendiente i yacente dolomitas siliciosas ordinarias. Desde el fondo de un pozo de 100 piés (30m) de profundidad i que penetra en la dolomita debajo de la zona de minerales oxidados, se dirijieron estocadas en direcciones opuestas i de 100 piés de largo (30) dentro de la dolomita. Todo el material que se estrajo de este pozo de las estocadas se reunió, se cuarteó i la muestra analizada contenía 3% de cobre en forma de sulfuros; principalmente calcopirita. La lei en azufre alcanza a 39%. El común de grandes cantidades de mineral oxidado de la superficie da una lei de 15% de cobre. En una parte de la pertenencia se encuentran considerables cantidades de material con 14% de cobre i 8% de cobalto. Los sulfuros se han encontrado en el yacente de los minerales oxidados en las otras minas. La mina «Luushia» es la única mina en que se ha efectuado la cantidad de trabajo suficiente para establecer la existencia de un macizo metalífero considerable. Antes de practicar reconocimientos por sondajes es inconveniente hacer combinaciones.

Los minerales que se explotan en la actualidad consisten esencialmente de cuarcitas, areniscas i pizarras impregnadas con cobre, especialmente en

estado de malaquita. Esta rellena las fracturas i grietas de las rocas i se halla alternando con fajas de pizarras, de modo que una vista en corte de la masa presenta el aspecto de hojas de un libro. Se presentan pequeñas cantidades de azurita i varios productos de descomposicion. Oxido negro de cobre se encuentra en las areniscas i pizarras mineralizadas, completamente alteradas por accion de los agentes atmosféricos; tambien es característico del «negro» («black») o mineral residual que se halla al pié de los picachos de dolomita en la mina Star. Calcosina se presenta pero no en abundancia. Tambien se encuentra, como se dijo al describir la mina «Luushia», minerales pobres de calcopirita en la dolomita; pero no se explotan. Cobalto se presenta comunmente i en parte en cantidades importantes. Del níquel solo hai indicios. Oro, plata, arsénico, antimonio, plomo i zinc no acompañan al cobre. Es característico para estos minerales su composicion sencilla i desde este punto de vista se parecen a los minerales formados por concentracion efectuada por aguas meteóricas, sin intervencion directa de rocas o agentes ígneos. Los grandes yacimientos del valle del Mississippi son de esta clase aunque en esta rejion los minerales de zinc i plomo son de primera importancia, i los minerales de cobre, se hallan presentes hoi dia aun cuando fueron el objeto de la explotacion en el pasado, son relativamente ménos abundantes. En Katanga i Rhodesia del Norte las minas de cobre son mas comunes e importantes, aunque en Broken Hill hai grandes yacimientos de plomo i zinc con una menor cantidad de cobre. En el valle del Mississippi los minerales oxidados han sido anteriormente el objeto principal de explotaciones mineras i fueron siempre de importancia secundaria en relacion a los sulfuros. En Katanga la oxidacion es mas importante i nunca se ha practicado un reconocimiento sistemático de la zona de sulfuros. A juzgar por lo poco que se conoce, especialmente en la «Luushia», se puede decir que los yacimientos de sulfuros de esta rejion están a la altura de los grandes depósitos diseminados de Missouri i Tennessee.

H. FÓSTER BAIN.



Informe sobre el Carbon de la Ternera (Copiapó)

1). RESEÑA DE LA LITERATURA

En vista de la gran importancia que pudiera tener un yacimiento de carbon situado en plena zona cuprífera como es la provincia de Atacama, se ha tratado varias veces de explotar las minas de carbon de La Ternera, situadas al oriente de Copiapó. Pero parece que el yacimiento se ha descubrió relativamente tarde, porque Darwin que pasó por la Quebrada de Paipote i Maricunga, no hace mención de las capas carboníferas; i seguramente habria oído hablar de la existencia de ellas, distantes sólo media legua de la quebrada principal i no habria dejado de visitar i de estudiar con su conocida minuciosidad capas tan interesantes.

Parece que en el año de 1870, ya se trató de explotar el carbon; pues de su viaje efectuado en ese año, los jeólogos franceses Mallard i Fuchs (1), llevaron restos de plantas petrificadas a Paris, que procedian de La Ternera (2). Las plantas fósiles fueron estudiadas por los señores Schimper i Zeiller (3), quienes basándose en este estudio, atribuyeron las capas carboníferas de La Ternera al Rético (Triásico superior) o Liásico inferior.

Pissis, en su reconocida obra: *Jeografía Física de la República de Chile*, páj. 59, describe el carbon de La Ternera como perteneciente a la «Formacion de la Arenisca Colorada». Segun veremos mas abajo, esta formacion que hoi dia se conoce con el nombre de formacion porfirítica i que corresponde al jurásico i cretáceo, está superpuesta a las capas carboníferas i es de consiguiente mas nueva que aquellas.

El célebre sabio Ignacio Domeyko menciona brevemente en el tercer tomo de su eminente obra: *Mineralojía*, páj. 266 (edicion del año 1897)

(1) *Mallard*, Bull. Soc. géol. France. 3 ser. III. 1874. páj. 56, probablemente la traduccion de este artículo es:

Mallard i Fuchs: Apuntes sobre [la jeolojía de Chile. Anal. Universidad. 1875 I. p. 369 ss.

(2) Sin embargo. el señor *Concha i Toro* asevera en el año de 1876 que el carbon de Ternera no ha sido explotado hasta entónces. Anal. Univers. Chile, 1876 p. 423.

(3) *Zeiller*: Note sur les plantes fossiles de La Ternera (Chili). Bull. Soc. géol. France. 3. ser. 1875. p. 572—574 Tabl. 17. fig. 1 i 2.

las capas carboníferas de La Ternera. Parece que Domeyko personalmente no vió el yacimiento, porque se refiere a otros autores. Así dice, que a juicio de don J. A. Carvajal, las capas que encierran el carbon, descansan sobre rocas devonianas i que corresponden a la época hullera; estas dos aseveraciones son incorrectas: el devoniano no es conocido hasta ahora en la rejion de La Ternera i el carbon de este punto es mas nuevo que la época de la hulla. Domeyko sigue diciendo: «Segun Raimond de Corbineau, pertenece este terreno a algún escalon del grupo triásico. Esta hulla tiene en partes lustre semi-metálico i cierta dureza de las antracitas; calcinada al abrigo del contacto del aire, pierde apénas 9 a 10 por ciento de su peso en agua i gases poco combustibles; arde con dificultad, sin llama, i deja proporcion considerable de ceniza, por lo comun, mas de 20 por ciento».

En los años de 1883 a 1885 se hicieron dos estudios mas detenidos del carbon de La Ternera, pero los resultados de estas investigaciones se publicaron mucho mas tarde.

En el año de 1883 visitó las minas de La Ternera el eminente jeólogo aleman, el señor *G. Steinmann*, entónces profesor de la Universidad de Freiburg, a quien debemos la mayor parte de nuestros conocimientos sobre la jeología de la América del Sur. Los resultados de este estudio dieron orijen a una importante publicacion hecha en el año de 1889 por Steinmann junto con el conde de *Solms-Laubach* sobre la jeología i flora petrificada de las capas carboníferas de La Ternera (1). Steinmann dió en esta publicacion un detallado perfil de las capas carboníferas, i el estudio paleobotánico del conde de Solms-Laubach hecho de las colecciones traídas por Steinmann, permitió atribuir definitivamente las capas carboníferas, al Rético, grupo superior del Triásico.

Steinmann escribe con respecto a los mantos de carbon: «El carbon parece encontrarse en las pizarras arcillosas mas bien en forma de pequeñas masas lenticulares, que en mantos continuos. Vi el manto principal con un espesor de 1 a 1,50 m; pero la mayor parte de este espesor consistia en una pizarra arcillosa con un contenido poco elevado de carbon. Segun las declaraciones del mayordomo, solamente en una parte poco estendida de la mina, se habia encontrado un manto de carbon puro con un espesor de 0,50 m.»

Steinmann agrega que la mina puede tener importancia por la gran cantidad de agua, tan escasa en esa rejion, ya que ésta misma i la mala calidad del carbon habria causado el abandono de los trabajos; pero me parece debe estar equivocado; porque verdad es que hoi dia los piques en la mina están llenos de agua, pero la cantidad de ésta es tan pequeña que

(1) *H. Graf zu Solms-Laubach* und *G. Steinmann*: Das Auftreten und die Flora der rhätischen Kohlenschichten von La Ternera (Chile). Neues Jahrb. f. Miner. ect. 1889. Beilage-Band XII. p. 581 ss.

no rebalsa i sale de la mina. En la descripción posterior de las capas carboníferas, volveremos a menudo a la publicación de Steinmann, quien hizo un estudio mui detenido de las diferentes rocas que componen el Triásico.

En los años de 1883 a 1885, se efectuaron los importantes viajes de exploración del Desierto i Puna de Atacama, cuyo jefe era el señor *Francisco J. San Roman*. Como jeólogo acompañaba las expediciones el conocido ingeniero de minas, señor don *Lorenzo Sundt*, a quien debemos tantas valiosas contribuciones a la jeología del país. El resultado de sus estudios lo publicó el señor Sundt en el libro: *Estudios Jeológicos i Topográficos del Desierto i Puna de Atacama*, Santiago, 1909. Después de una breve descripción de la estratigrafía i tectónica, escribe el señor Sundt en la pág. 185: «Con socavon i piques se han reconocido algunos mantos hasta la hondura de 30 a 40 m. El carbon es antracita de regular calidad, pero demasiado angosto para pagar los gastos de explotación.»

De estos antecedentes ya se puede deducir que de ningun modo el carbon de La Ternera debe considerarse como un rico yacimiento. Pero por otra parte, es mui natural que los actuales precios anormales que se pagan en la rejion de Copiapó por este combustible tan necesario, hicieron surgir la idea de revisar los antiguos estudios para ver si existia la probabilidad de encontrar mantos de mejor calidad. Es mui sensible que no se hayan encontrado indicios favorables que hubieran permitido aconsejar la prosecución de los trabajos hasta ahora ejecutados.

2). PERFIL DEL RÉTICO CARBONÍFERO

(Comp. Plano, Fig. A)

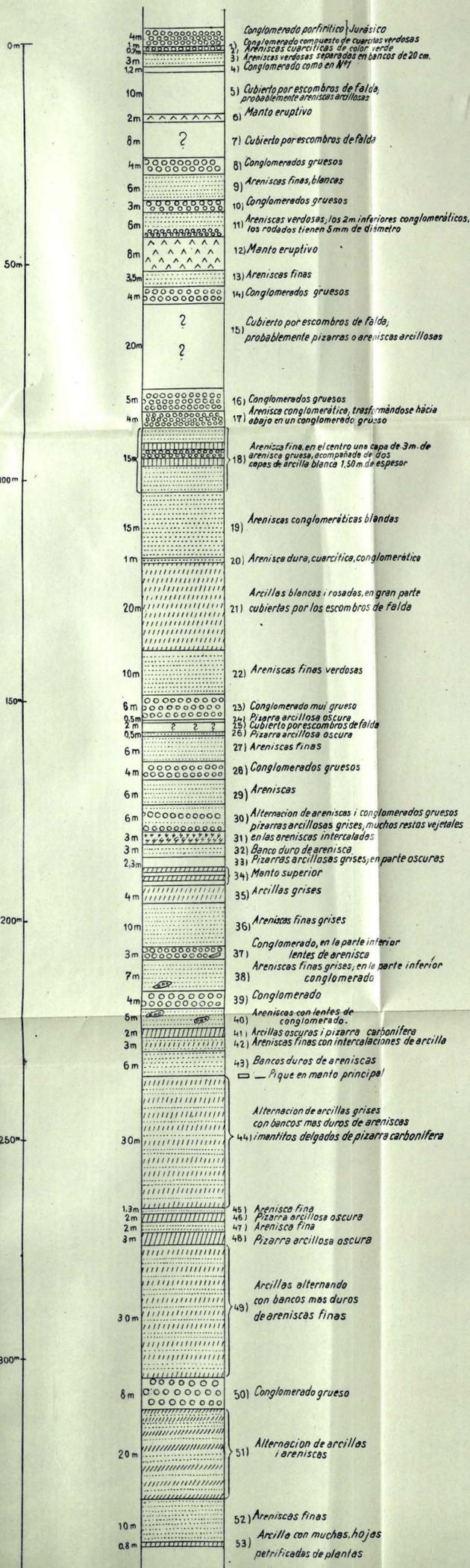
En el perfil, que acompaña al informe, se puede estudiar la composición del Rético. Según este perfil, se pueden dividir las capas carboníferas en dos secciones: una superior, compuesta esencialmente de conglomerados gruesos i areniscas, i otra inferior, en la cual prevalecen las pizarras arcillosas alternando con bancos de areniscas de grano fino. Es la última sección la que encierra los diferentes mantos de pizarra carbonífera.

Los conglomerados forman bancos mui duros, compuestos por rodados, jeneralmente bien redondos, que alcanzan hasta 10 cm. de diámetro. Steinmann estudió detenidamente las rocas contenidas en estos rodados i distingue tres diferentes clases: una arenisca cuarcítica, de color gris claro, que según su opinión puede ser una toba de un pórfido cuarcífero; un pórfido cuarcífero de color gris, hasta gris azulejo, i una diabasa. De importancia es la ausencia de rodados de porfirita, lo que facilita distinguir los conglomerados triásicos de los conglomerados mas nuevos de las formaciones jurásica i cretácea.

PLANOS I PERFILES

A. Perfil del Rético

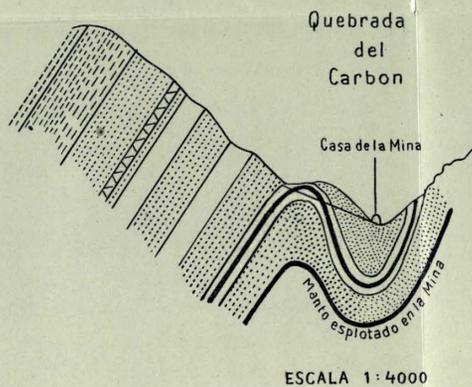
ESCALA 1:700



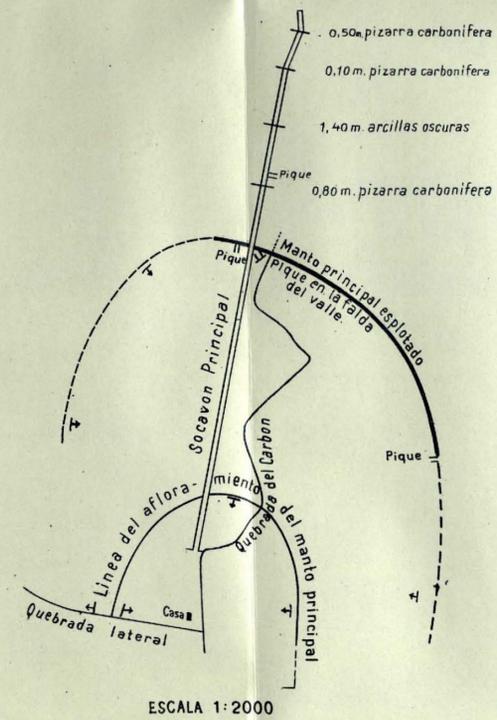
DE LAS CAPAS CARBONÍFERAS

LA TERNERA

B. Perfil Geológico de la Quebrada del Carbon

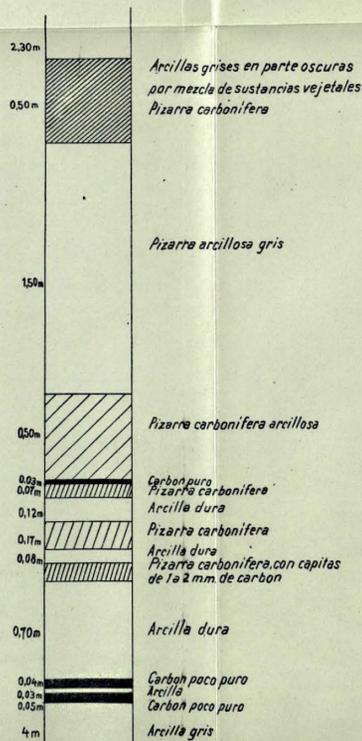


C. Croquis de la Mina



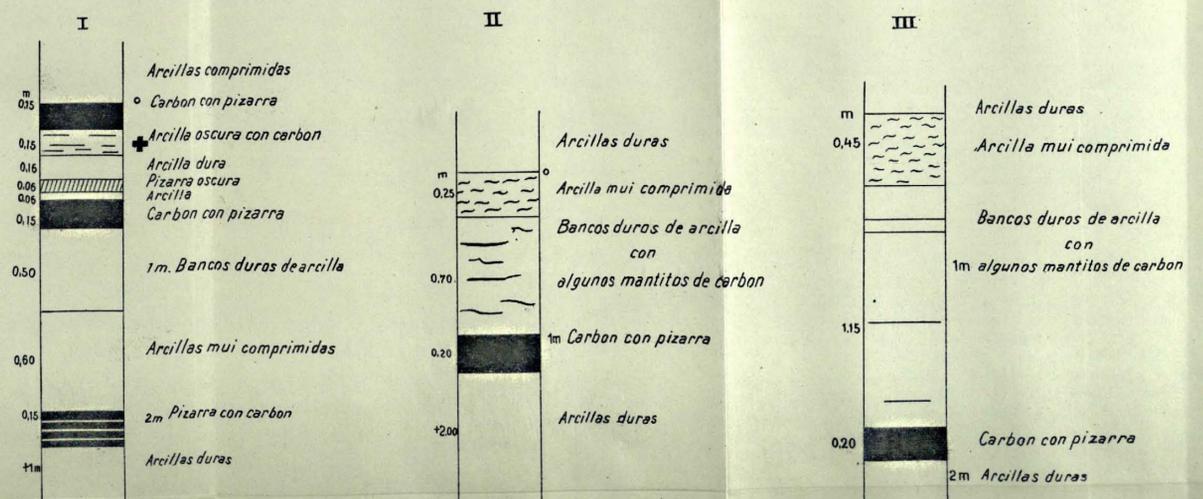
D. Perfil del Manto Superior

ESCALA 1:25



E. Tres Perfiles del Manto Principal

ESCALA 1:25



San Martín de Porres

Las areniscas tienen, mientras se componen de granos gruesos, el mismo color gris claro que los conglomerados. Las areniscas de grano fino tienen un color gris verdoso i, en la sección inferior, se hallan generalmente alternando con las pizarras arcillosas.

En las arcillas prevalece el color gris claro, el cual desaparece solamente, cuando existe una mezcla mayor o menor con carbon. Especialmente en los cortes frescos de la mina, se nota la fuerte presión que han sufrido las arcillas por los movimientos tectónicos. La arcilla comprimida es atravesada por un sinnúmero de planos curvados en los cuales se han removido los diferentes bloquecitos de la roca; en estos planos se han acumulado las partículas de carbon, ántes diseminadas irregularmente en la arcilla, i se han ordenado paralelas a la superficie de los planos, formando una superficie con un lustre negro muy brillante. Numerosos son los laboreos ejecutados en tales arcillas comprimidas, con la esperanza vana de que la arcilla se transforme mas abajo en carbon explotable.

Los mantos de carbon, o mejor dicho, de pizarra carbonífera, se hallan siempre acompañados de las arcillas i serán tratados mas tarde en un capítulo especial.

3). FÓSILES I EDAD DE LAS CAPAS CARBONÍFERAS DE LA TERNERA

No encontré ningún fósil marino en las capas triásicas de La Ternera, pero sí muchas petrificaciones de hojas de plantas. Tampoco Steinmann i los demas ingenieros que hasta ahora han visitado esta rejion, han encontrado fósiles marinos en las capas carboníferas. En esto se distingue la formación de La Ternera de las capas contemporáneas que encontré en el valle andino del Huasco, donde en capas muy parecidas de conglomerados i pizarras se hallaron, fuera de restos vegetales, dos conchas marinas (1).

Otra diferencia de las capas triásicas de La Ternera en comparación con las del valle del Huasco, consiste en la composición de los conglomerados. En la rejion del Huasco, éstos han sido formados principalmente de piedras de pizarras micáceas, gneisses i cuarzo blanco, rocas que se hallan en la vecindad de las capas triásicas, mientras que en La Ternera, los rodados se componen principalmente de pórfidos cuarcíferos i de rocas parecidas. Esta diferencia nos indica sólo que en los dos puntos, las rocas pre-triásicas de cuya destrucción se formaron las capas triásicas, han tenido diferente carácter.

En cuanto a las petrificaciones vegetales, he recolectado buen número, pero una determinación exacta requeriría un estudio mas largo. Por esto

(1) J. Bruggen: Contribucion a la jeolojía del Valle del Huasco etc. Bol. Soc. Nac. de Minería, 1914.

me limito a enumerar las especies encontradas por Steinmann i determinadas por Solms-Laubach; estas plantas son las siguientes:

- Baiera (?) Steinmann i Solms.
- Copiapaea plicatella, Solms.
- Pterophyllum sp.
- Taeniopteris cf. Mareysiaca Gein.
- Lesleya Steinmann i Solms.
- Chiropteris copiapensis Steinmann et Solms.
- Nilssonia (?)
- *Dictyophyllum Carlsoni Nath.
- *Clathropteris polyphylla Brgt.(?)
- *Thinnfeldia cf. lancifolia Morr.
- *Thinnfeldia cf. incisa Sap.
- Acrocarpus Ternerae Solms
- Pecopteris (Asterotheca (?) Fuchsi Schpr.
- Czekanowskia?
- Araucarioxylon.

A esta lista se deben añadir las tres especies siguientes determinadas por Zeiller:

- *Podozamites distans Presl. spec.
- *Palissa Brauni Endl.
- *Baiera (Jeanpaulia) Muensteri Presl. spec.

En las listas anteriores, todas las especies marcadas con * son plantas características del Rético, i su gran número demuestra que debemos atribuir las capas carboníferas de La Ternera a esta subdivision superior del Triásico.

Algunas de las plantas fósiles se han vuelto a encontrar en las capas carboníferas de la Argentina, que pertenecen a la misma época. Parece que en la República vecina la calidad de los mantos de carbon encerrados en las capas réticas es un poco superior a la del carbon contemporáneo de Chile, pero que tampoco alcanza gran importancia.

La edad rética de las capas carboníferas de La Ternera queda comprobada tambien por la superposicion inmediata de cales fosilíferas del Liásico; no he podido observar ninguna discordancia tectónica ni estratigráfica entre las dos formaciones, aunque con el Jurásico empieza una serie de rocas enteramente distintas de las mas antiguas. Fuera de las capas calcáreas que por sus fósiles contenidas indican su edad jurásica, son características tanto para esta época, como para el cretáceo, las tobas i rocas porfiríticas que componen centenares de metros de perfil de estas dos épocas. En las capas triásicas no se halla ninguna capa porfirítica, ni siquiera en forma de rodados; solamente los filones eruptivos de porfirita que subieron posteriormente a la superficie, forzosamente debian pasar por las capas triá-

sicas ya existentes. Naturalmente, uno u otro de estos diques podía intercalarse entre las capas triásicas.

4). LA TECTÓNICA

(Comp. Plano, Fig. B. i C.)

En la página 588 de la obra arriba citada, da Steinmann un perfil geológico de la región de La Ternera, en el cual indica una posición muy sencilla de las capas carboníferas, la cual en realidad existe solamente en la parte oriental de la Quebrada del Carbon. Como este perfil había de servir principalmente para aclarar las relaciones estratigráficas que existen entre el triásico i el jurásico; la tectónica bastante complicada, no tenía gran interés para él.

A la izquierda de la Fig. B del Plano, vemos la cumbre del cerro formado por las capas jurásicas que están fuertemente inclinadas hacia el oriente. Debajo de ellas siguen con el mismo manto las capas triásicas; no se nota ninguna discordancia entre los dos grupos de estratas.

En una quebrada lateral, que desemboca a unas decenas de metros valle abajo de la casa de la mina, se ven debajo de un «Salto» formado por conglomerados muy duros, una serie de capas arcillosas que encierran mantitos delgados de carbon. Se puede observar claramente como, hacia falda abajo, estas capas fuertemente inclinadas hacia el oriente, disminuyen en inclinación, luego se ponen horizontales i al fin desaparecen con fuerte manto hacia el oeste. Nos encontramos pues, en este punto en el vértice del anticlinal. Siguiendo la quebrada lateral hacia abajo i pasada la quebrada principal, reaparece el mismo manto de carbon en la falda opuesta de la Quebrada del Carbon, con inclinación muy pronunciada hacia el este. Ya hemos atravesado el fondo del sinclinal. Mas hacia el oeste, quiere decir subiendo la falda occidental de la quebrada principal, nos encontramos con una tectónica muy complicada. En cortas distancias alternan anticlinales i sinclinales con vértice agudo.

Fuera de la alternación en la dirección del manto de las capas, que se inclinan ya hacia el este, ya hacia el oeste, se levanta el fondo del sinclinal hacia el sur, hacia valle arriba. La consecuencia de este levantamiento es una inclinación de las capas hacia el norte, en la región donde forman el fondo del sinclinal, de modo que subiendo por el valle, nos encontramos con capas siempre mas inferiores. Esta posición de las estratas está representada en el plano, Fig. C. Se vé como, por ejemplo en la línea del afloramiento del manto superior, este manto, donde pasa por la quebrada lateral, tiene un manto normal hacia el oeste, mientras el rumbo es N. S. Luego se desvía la dirección hacia el suroeste i en el socavon de la mina es de E.

a O. Aquí, la inclinacion que siempre queda dirigida hácia el centro del sinclinal, es hácia el N. Siguiendo mas la línea de afloramiento, el rumbo vuelve a la direccion S. N., pero el manto está dirigido hácia el E. Lo mismo pasa con el manto principal de carbon explotado en la mina, i con todas las capas que pasan por el fondo de la quebrada que coincide aproximadamente con el fondo del sinclinal.

5). DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES MANTOS DE CARBON

(Comp. Plano, Fig. C, D i E)

Numerosos son los mantos de pizarras carboníferas encerrados en la parte inferior del Rético de La Ternera. Todos estos mantos han sido cortados por el socavon principal de la mina (comp. Plano, Fig. C.)

La figura D del Plano da un perfil del manto Superior, tal como se observa en el «Salto» de la quebrada lateral. Se ve que el manto entero se compone de varios mantos parciales de pizarra carbonífera; esta es una pizarra arcillosa que por el contenido pequeño de sustancias de carbon ha tomado un color negro. El nombre de carbon lo merecen solamente tres pequeños mantitos de los cuales el mas grueso tiene un espesor de 4 cm. Naturalmente, con tales condiciones apénas se puede hablar de un manto de carbon. Esto explica tambien el porqué no se ha hecho ningun trabajo de reconocimiento en el punto donde el socavon atraviesa el Manto Superior.

Unos 50 metros mas abajo, en sentido vertical, sigue el Manto Principal, reconocido en la mina por una galería de unos 160m., de largo. La fig. E del Plano nos da tres perfiles del manto observados en los puntos siguientes:

1. En el extremo oriental de la galería;
2. En el punto, donde el manto es atravesado por el socavon principal;
3. En el extremo noroccidental de la galería.

Sin duda alguna, el Manto Principal es mas importante que el Superior, pero en ninguno de los cortes se halla un manto de carbon puro con un espesor considerable. A causa del espesor escáso, el Manto Principal no puede considerarse como explotable; si se quiere trabajar un manto de 20 cm., de carbon, se debieran sacar a lo ménos 40 cm., de arcilla junto con el carbon para permitir el trabajo de los mineros. En los frontones de la mina, donde deben pasar los carros, la relacion entre el carbon i la tosca seria aun mas desfavorable. I ademas, ni este carbon explotado es siempre carbon puro, sino que jeneralmente tiene una mezcla bastante fuerte de arcilla o pizarra (respecto a la calidad véase el capítulo siguiente).

Siguiendo el socavon principal, encontramos, un poco ántes de llegar

al pique lleno de agua, un manto de pizarra carbonífera con un espesor de 0,80 m.; este manto encierra unos tres mantitos de carbon puro con un grueso de 2 a 3 cm. cada uno.

En el pique mismo no se nota ningun indicio de carbon, en cuanto se puede observar en sus paredes encima del agua.

Siguiendo el socavon, se halla un pequeño trabajo, hecho en un manto de 1,40 m. de arcilla oscura mui comprimida. No hai carbon.

El manto siguiente consiste en una pizarra carbonífera de 0,10 m. de grueso encerrada en capas de arcilla.

El último manto cortado por el socavon, i al mismo tiempo el de mas abajo es una pizarra carbonífera de 0,50 m. de grueso.

En las cercanías de la mina principal hai varios pequeños piques escavados en mantos parecidos, a veces en capas de arcilla, que solamente por su color oscuro tienen algun parecido con el carbon. Así, una mina ha sido escavada a media legua de distancia al sur de la mina principal, en una quebrada lateral. Hasta el fondo queda el pique inclinado en una arcilla oscura mui comprimida.

6). LA COMPOSICION QUÍMICA Y EL PODER CALORÍFICO DEL CARBON

Se ha tomado solamente muestras del Manto Principal; las muestras provienen esclusivamente de los mantos parciales de carbon i por consiguiente, indican la mejor calidad que tendria el carbon esplotado.

Los ensayes han sido ejecutados por el señor Ernesto Egert, químico de la Direccion Jeneral de los Ferrocarriles del Estado. Los resultados son los siguientes:

	N.º 1	N.º 2	N.º 3	N.º 4
Pérdida a 110°C.....	5,00 %	4,25 %	4,50 %	420 %
Ceniza.....	15,50 »	25,20 »	24,50 »	2475 »
Carbon fijo.....	74,50 »	66,20 »	66,00 »	6595 »
Materias volatiles.....	5,00 »	4,35 »	5,00 »	510 »
	<u>Coke</u>	<u>Polvo</u>	<u>Polvo</u>	<u>Polvo</u>
Azufre total.....	0,548 %	0,685 %	0,513 %	0,513 %
Poder Calorífico.....	6,070 cal.	5,400 cal.	5,395 cal.	5,370 cal.

La muestra N.º 1 proviene del perfil E, I., (comp. Plano), del manto parcial superior, que tiene un espesor de 15 cm., la muestra N.º 2 es del mismo punto, pero del manto parcial inferior, indicado en el perfil como «pizarra con carbon». La muestra N.º 3 proviene del manto inferior del Perfil II, i la muestra N.º 4 del manto inferior del Perfil III.

La muestra N.º 1 consistia en dos grandes pedazos de carbon bastante puro, lo que explica la diferencia que tiene en comparacion con las demas muestras que representan la calidad media del carbon.

Los tres últimos análisis dan resultados mui iguales: 66% de carbon fijo, 25% de cenizas, 5% de materias volátiles i 5,400 calorías.

Estos datos demuestran que, en cuanto a la calidad, el carbon de la Ternera queda bastante inferior a los carbones de Arauco. Segun el interesante trabajo, presentado al Congreso Chileno de Minas i Metalurjia por el señor don Santiago Pérez Peña (1), el promedio de 618 análisis de carbon de Arauco, entregado a los ferrocarriles por las principales minas, dió los resultados siguientes:

	Cenizas	Calorías
Arauco	5,73 %	7 557
Schwager	6,34 »	7 525
Lota y Coronel	8,66 »	7 261
Curanilahue.....	13,20 »	7 041

Se ve que el carbon de La Ternera tiene 1,500 a 2,000 calorías ménos que los carbones de Arauco.

Debemos considerar el carbon de La Ternera como antracita, porque, eliminando la ceniza, consiste de 93% de carbon fijo i de 7% de materias volátiles. Que este carbon triásico se haya trasformado en antracita, aunque es mas nuevo que las hullas de Europa, se debe a la fuerte presion que han sufrido las capas réticas en el plegamiento de la cordillera.

Una particularidad mui rara del carbon triásico es que, según el señor Egert, destilado en el aparato metálico de Engler, salen 4% de agua cargada con ácido acético. Este líquido tenía el mismo olor que el agua que se produce al destilar madera (ácido piroleñoso). Esta cualidad que se observa solamente en carbones mui nuevos, parece estar en contradiccion con la edad i los demas caractéres químicos i físicos del carbon.

7). LA POCA PROBABILIDAD DE QUE SE MEJORE EL CARBON EN MAYOR PROFUNDIDAD

La mayor parte de piques, empezados en capas de arcillas oscuras sin indicios de existencia de carbon, se han hecho con la esperanza de que tal arcilla negra se trasforme, en mayor hondura, en carbon. Se cree que superficialmente no se ha podido formar carbon puro. Lo mismo me han dicho los mineros ocupados en la mina, asegurando que la mala calidad del manto proviene de la poca profundidad que tienen los trabajos ejecutados hasta ahora.

Tal razonamiento no es aceptable: arcilla no puede trasformarse en

(1) SANTIAGO PEREZ PEÑA: Provision i Consumo de Carbon. Publicado por la Direccion Jeneral de los Ferrocarriles del Estado.—Santiago, 1916.

carbon, ni carbon en arcilla; seria lo mismo que afirmar que una arenisca se transforme en una capa calcárea. Lo que sí, una arcilla puede aumentar considerablemente en contenido en carbon i perder en sustancia arcillosa, i al fin, se podria formar un manto de carbon. Pero en tal caso, el carbon sustituye al manto de arcilla. Tal sustitucion empieza siempre con una aparicion de mantitos delgados de carbon que lentamente aumentan en espesor. Pero este fenómeno no tiene nada que hacer con la mayor o menor profundidad a que se hallan tales capas, como se puede ver por medio de un razonamiento corto.

Primero debemos considerar el modo como se han formado los mantos de carbon i de arcilla. Estos mantos, que en La Ternera se presentan con fuertes inclinaciones debidas a un plegamiento, al principio se han sedimentado en capas horizontales en grandes pantanos. De consiguiente, al principio, cada punto de estos mantos ha formado durante algun tiempo la superficie de la tierra. Mas tarde se han depositado encima de los mantos de pizarras carboníferas, unos 200 m., de capas pertenecientes al Rético Superior, 1,000 m. de capas jurásicas, que se observan entre la Quebrada del Carbon i las casas de «La Puerta», i otros 800 m., de conglomerados porfíricos, que pertenecen probablemente al cretáceo i que en «La Puerta» siguen encima de las capas jurásicas. De consiguiente, cada punto de los mantos de carbon tambien se ha encontrado durante millones de años en la considerable profundidad de 2,000 m.

Mas tarde se efectuó plegamiento de la cordillera, que produjo los sinclinales i anticlinales que se observan hoy dia en las capas carboníferas de La Ternera. Otros millones de años se necesitaron para que la erosion pudiera destruir los 2,000 m., de capas superpuestas a los mantos de carbon, hasta que al fin estos llegaron a salir a la superficie. Allí, en la superficie están expuestos a la intemperie a lo mas durante unos diez mil años.

¿Qué influencia puede tener, pues, la reparticion posterior de los actuales valles i cerros en la formacion de los mantos de carbon que se han formado hace millones de años.

No obstante la esposicion anterior en realidad, el carbon empeora algo en los afloramientos, a causa de una oxidacion del carbono. El señor Dr. O. Stutzer, Profesor de la Real Academia de Minería en Freiberg, escribe en su jeología de los yacimientos de carbon: *Kohle*, páj. 213. A. R. Schultz encontró en mantos de carbon de Wyoming, que el contenido en carbono era en 20% mas bajo en el afloramiento que en mayor profundidad. Solamente en ceniza habia subido en la zona de descomposicion, i el de azufre habia bajado. Esta trasformacion del carbon estaba casi siempre ligada a la *vecindad inmediata de la superficie*, i sólo en ciertos puntos podia ser reconocido hasta 16 m. de profundidad.»

Se ve, pues, que el empeoramiento del carbon está ligado a la vecindad inmediata de la superficie i de consiguiente tiene escasa importancia.

Naturalmente, nunca podria trasformarse un manto de carbon en arcilla. Ademas, los trabajos mineros ejecutados en La Ternera, han reconocido los afloramientos hasta honduras mayores de 30 m.

Ahora se podria suponer, que estos mantos de carbon con 2 a 3 cm. de carbon puro, o los mantos parciales de carbon poco puro, indicaran que mas adentro en el cerro, la pizarra carbonifera será sustituida por un manto grueso de carbon puro. No se puede negar tal posibilidad, [pero la misma probabilidad existe que empeore aun mas el manto, i lo mas probable es que el manto siga con la misma calidad hasta grandes distancias.

8.) CONCLUSION

De la esposicion anterior se desprende, que el yacimiento de carbon de La Ternera no puede considerarse como explotable a causa del escaso espesor del manto.

No se puede recomendar la prosecucion de los trabajos de exploracion, porque hai mui poca probabilidad de que por tales trabajos se encuentre una rejion donde mejore la cantidad i calidad del carbon.

Tampoco se puede recomendar la ejecucion de sondajes, no solamente a causa de la poca probabilidad de encontrar nuevos i mejores mantos de carbon, sino por las condiciones jeológicas. En una rejion tan fuertemente plegada i cortadas por quebradas tan hondas, es bien poco probable que existan capas de carbon que no lleguen en algun punto a la superficie. Como no existe cerro o quebrada en la rejion de Copiapó, que no haya sido visitada por cateadores, los que seguramente habrian encontrado i pedido yacimientos importantes de carbon, podemos suponer que no existen tales yacimientos.

En caso que, sin embargo, se quisiera seguir con el estudio, seria lo mejor hacer explorar los afloramientos de las capas réticas que siguen hácia el sur. Una expedicion que persiga tal fin, necesitará algunos meses de trabajo para dar resultados definitivos.

DR. J. BRÜGGEN.

Director del Servicio Provisorio de Estudios Jeológicos.



La fabricacion eléctrica del hierro colado (1)

CONFERENCIA DADA EN EL INSTITUTO DE INGENIEROS CIVILES POR EL JEN-
RAL D. LEANDRO CUBILLO

Señores: El horno alto, así llamado en la siderurjia por su excepcional altura, si se la compara con los demas aparatos térmicos en ella emplea-

(1) De la «Revista Minera Metalúrgica i de Ingenieria».

dos, tiene como misión la de producir aquella variedad de los compuestos ferrosos, que se designan con el nombre de lingote de hierro i que contiene además de este metal, carbono en proporción de más de 2 por 100, silicio, manganeso, fósforo i azufre. En qué fecha se produjo este compuesto, de tan inmensa utilidad para el hombre, es cosa que no se sabe con certeza. Mientras Sir Isaac Lowthiam Bell, fundado en la autoridad de Jorge Agrícola que escribió el primer tratado sistemático de minería en 1556 i que residía en Sajonia, niega que antes de esa fecha fuese conocido el lingote de hierro, Bennet H. Brogh, secretario que fué del *Instituto del Hierro i del Acero*, nos dice que en el año 1388 se fundieron balas de cañón de hierro por Urico Beham, en Meiningen, pero no se mencionan los cañones de hierro fundido hasta 1412, en que se colaron 2 de 45 libras para la ciudad de Lille, i que en 1422 se emplearon piezas de artillería de hierro colado en las guerras religiosas de los husitas.

Sir Isaac Lowthiam Bell, mucho más hombre de ciencia que erudito, nos parece que está muy en lo seguro al afirmar, como lo hace en la sección segunda de su majstral obra, *Principles of the Manufacture of Iron and Steel*, que, indudablemente, el compuesto ferroso denominado hoy lingote de hierro, no fué debido a una investigación sistemática de los productos de aquel metal en tiempos pasados, sino a un puro acaso. Ofrece todas las garantías de probabilidad imaginables la hipótesis de que el lingote apareciese por primera vez en uno de aquellos hornos denominados Stucofen, empleados en Alemania, o de los Osmond, usados en Suecia, para la obtención del hierro forjado del mineral i que no eran ni más ni menos, que las forjas catalanas, empleadas en otros países, pero de mayores dimensiones, especialmente en lo que concierne a la altura. El horno Stucofen que era, ordinariamente, de tres metros de elevación, en casos excepcionales llegó a 4,80 con un diámetro en su mayor parte de 1,5 metros. Es muy concebible que en un aparato de esta naturaleza i dimensiones se produjera casualmente el lingote de hierro. Esta casualidad afortunada dió origen quizá al aparato llamado Blauofen, también de origen alemán, que llegó a tener 7,5 metros de alto i 1,8 metros en su parte más ancha.

Con estas dimensiones i un adecuado tratamiento de los minerales, dicho se está que la fabricación del lingote de hierro no podía ofrecer dificultades. No eran más grandes, ciertamente, los hornos altos de Lierganes i La Cavada, cuyas ruinas visitamos hace más de treinta i seis años; hornos que habían fundido infinidad de cañones para las Armadas de Carlos III i Carlos IV i para artillar las costas de España i sus colonias. I que dimensiones tenían algunos hornos altos al carbon vegetal, lo demuestra el mismo Sir Lowthiam Bell, con la siguiente anécdota que relata en una de sus obras: Visitaba el insigne metalurgista inglés una fábrica de hierro en los Alpes italianos, i al despedirse del administrador que le había acompañado en su visita a talleres i oficinas, le preguntó si había encontrado al-

go de particular en aquella modestísima fábrica. Sir Lowthiam Bell le contestó: «Sí, por vez primera en mi vida he visto un horno alto, que tiene, poco mas o ménos, las mismas dimensiones que vuestro libro de fabricacion».

Volviendo a la historia del horno alto, mencionaremos los trabajos de Dudley, a mediados del siglo XVII, para sustituir el carbon vegetal, que ya comenzaba a escasear en Inglaterra, por el carbon de las minas. Próximamente hácia el año 1733, los perseverantes trabajos de Abraham Darby, lograron utilizar en los hornos altos los carbones minerales, pero no como salian de las minas, sino convertido en cok.

Es claro que estos hornos altos del tiempo de Darby i aun de bastantes años despues, eran de escasísima producción: en 1788 la semanal de los mejores no excedia de 15½ toneladas, † en 1796 la anual por horno en la Gran Bretaña era de unas 1032 toneladas, un poco ménos de tres diarias. Habia por aquella época en Inglaterra 121 en marcha que producian 125 mil toneladas.

En nuestro pais se hizo la primera tentativa del empleo del cok en los hornos altos, a principio del siglo XIX, en Trubia.

En 1828 otro gran progreso en la fabricacion del lingote fué el debido a la introduccion o, mejor dicho, aplicacion del viento caliente a los hornos, que tanta economía hábia de lograr en el combustible empleado. En aquel intervalo de tiempo se habia conseguido que la produccion por horno doblase. La economía del combustible obtenida por el empleo de aire caliente a 315° C. era de un 50% aproximadamente. Los antiguos pliegos de condiciones de lingote para fundir cañones exigian que fuera obtenido con viento frio, circunstancia que se esplicaba en parte por la influencia de la tradicion, tan difícil de desarraigar, i en parte porque en realidad el lingote obtenido con viento caliente era mas silicioso que el producido con viento frio, i no convenia que el hierro de artillería tuviese gran dosis de aquel metaloide, porque su resistencia es menor que la de otro con dosis de silicio moderada o baja.

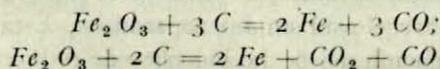
Durante el siglo XIX los hornos altos continuaron creciendo en dimensiones i se dió un paso mas en la economía del combustible, utilizando gases que salian por los tragantes, idea debida al frances M. Fabre Dufauri. Los gases fueron empleados en la produccion de vapor, i en el calentado del viento que se envia al horno por las toberas. Ya en 1865 se llega en Inglaterra a aparatos de altura de 24 metros i calentando el viento a 550° C. I si, con la generalidad de los minerales ingleses, la produccion semanal no excede de 450 a 550 toneladas, cuando se tratan los magnéticos de los Estados Unidos se llega a 1,200 toneladas semanales, aún con capacidades de horno mucho menores que las de los ingleses de 24 metros de altura. I no se habia de detener en este punto la industria siderúrgica americana. Con una mano de obra elevadísima, i separados por tantos cientos de millas, las cuencas carboníferas de la Pensilvania de los criaderos de mine-

rales del Lago Superior, natural era que tratasen de vencer circunstancias tan desfavorables, sustituyendo los medios mecánicos al trabajo del hombre e intensificando la producción de los aparatos mediante el empleo de máquinas potentísimas. I de esta suerte, los hornos que producian 150 o 160 toneladas diarias llegaron a rendir 400 i aun 600 i 700 en veinticuatro horas. I la seguridad con que Sir Lowthiam Bell afirmaba en 1884 que jamas la industria siderúrgica americana podria competir en precios con la inglesa, se vió desmentida, pocos años despues, merced a los métodos intensivos, producto del jenio mecánico americano.

No se alcanza por ahora qué nuevos progresos quepa realizar en el horno alto ordinario, ni en punto a intensificación ni en lo tocante a su eficiencia calorífica. No hai aparato térmico, de los calentados por la combustion de la hulla, que tenga un rendimiento calorífico tan elevado como el horno alto. I aun puede decirse que en estos últimos años la utilizacion de los gases de este aparato ha llegado a su máximo; despues de atender al calentado del viento i activar la máquina soplante, aún quedan gases suficientes para operar, por cada 100 toneladas de lingote obtenido, una máquina de combustion interna de 2,800 caballos. I para terminar con el alto horno ordinario, aun diremos que éste fué estudiado en su aspecto térmico i químico por dos de los mas insignes metalurjistas del pasado siglo, por Gruner i Lowthiam Bell, que mostraron así el camino que debia seguirse en el estudio de los fenómenos físicos i químicos que se orijinan en un aparato metalúrgico i que se han servido luego de guía a cuantos se han ocupado en el exámen de fenómenos análogos en otra clase de hornos.

Si examinamos ahora el horno eléctrico de reduccion de minerales de hierro, observamos que la diferencia entre éste i el alto horno ordinario consiste en que todo el calor requerido para la fusion i reacciones químicas es suministrado por la energía eléctrica, toda vez que no se introduce viento en el horno para la combustion del carbon, de manera que en el aparato eléctrico sólo hace falta calcular el necesario para la reduccion de las menas i sumar a este la pequeña parte, el 3 o 4 por 100 que disuelve el metal. La dificultad que se ocurre para este cálculo estriba en determinar qué parte del carbon se ha de oxidar completamente formando CO_2 i qué otra como CO . Tenemos únicamente como guía el saber que, a temperatura mui alta, CO es casi el solo producto formado, que al pasar mas o ménos lentamente a través de las partes no reducidas i mas frias del mineral se convierte en CO_2 , en cantidades crecientes hasta que, con tiempos suficientes, i una temperatura caracterizada por un calor rojo oscuro, la mitad del CO , se transforma en CO_2 .

Las reacciones pueden espresarse por las dos fórmulas:



Si se comparan estas dos reacciones con las del horno alto ordinario, observaremos que mientras se requieren 9 C para la reduccion del Fe_2O_3 en el eléctrico solo se necesitan 3 C , es decir, un tercio, i que con la produccion de una parte como CO_2 sólo se necesitan 2 C , o sea entre un tercio i un quinto.

Es preciso no perder de vista que la cantidad de carbono quemado en las toberas del horno alto es la necesaria, no sólo para la reduccion, sino tambien para la fusion. En el eléctrico de reduccion, la mayor dificultad para fijar el carbono ha consistido en no tener datos exactos de qué parte de aquel metaloide se oxidaba totalmente. Como consecuencia se presenta una dificultad en el horno eléctrico de reduccion i es la de que pueda emplearse en la fórmula de fusion mayor cantidad de carbono que la necesaria para la reduccion, i que este exceso, al quedar sin aplicacion, pueda llegar hasta interrumpir la marcha del horno.

Para salvar estas dificultades, se han propuesto por el profesor americano de la Universidad de Leigh, Mr. Richard, las soluciones siguientes: 1.^a formar la carga con un déficit de carbon, i de esta suerte una cierta parte del óxido de hierro pasaria a la escoria sin reducirse, evitándose la acumulacion del carbono. Pero apartando un inconveniente, se produce otro, que es la pérdida del mineral, corrosion del revestimiento del horno, i gran consumo del carbon del electrodo; 2.^a se puede emplear una carga de mineral i fundente si se nota una acumulacion de carbon, circunstancia que se pone de manifiesto cuando la resistencia del horno disminuye i éste toma una marcha mas i mas fria. A este espediente se recurrió en los esperimentos efectuados en Sault Ste. Marie; mas si esta solucion puede adoptarse en trabajos esperimentales, no así cuando un horno está en marcha ordinaria; 3.^a es posible calcular el combustible de la carga solo para produccion de CO i esta condicion se logra obtener o aproximarse a ella apartando, en lo posible, los gases de la parte caliente del horno i no permitiéndole que se enfrie en contacto con el mineral. De esta manera se evita la reduccion por CO , i el carbono fijo en la carga puede ser quemado como CO , sin que llegue a formarse CO_2 . Esto conduciria a limitar el consumo de carbon de horno, dentro de una cantidad fija, e impidiendo la reduccion por CO i procurando que ésta solamente se efectuase por C , tender a que se utilizase en la reduccion todo el carbon cargado, cuya cantidad se fijaria teniendo en cuenta únicamente tal modo de trabajar.

4.^a quizá la mejor solucion de la dificultad que estamos considerando pudiera ser la de dotar al horno eléctrico de toberas, por la que pudiera introducirse el aire en el crisol i quemar la acumulacion de carbon. La cantidad de aire que se emplearia estaria regulada por la resistencia que ofrecia la carga; cuando ésta se hiciese bien sensible, se aumentaria la cantidad de aire, i se disminuiria al mínimo, únicamente para conservar abiertas las toberas cuando el horno está en buena marcha. Esta disposicion representaria una combinacion del horno eléctrico de reduccion i del alto horno,

con el aire exclusivamente dedicado a vencer la misma dificultad del eléctrico, la de acumulacion, en el crisol del carbon no consumido.

Terminadas estas preliminares indicaciones sobre el funcionamiento del horno alto i el de reduccion eléctrico, diremos que el primer horno de esta clase fué el patentado en Francia por Pichon, en 1853, cuando aun no se conocia la dinamo. Con fecha de 16 de Marzo de 1853 obtuvo la patente para una aplicacion económica i jeneral de la luz eléctrica a la metalurjia i principalmente a la del hierro, para fundir i reducir cualesquier especie de minerales i metales, en reemplazo de toda clase de combustible. Por medio de la luz eléctrica en la metalurjia del hierro se disminuye, en primer término, la altura de los hornos altos que alcanzan 8, 10, 15 i aun 18 metros, reemplazándolos por aparatos de 4, 5 o 6 metros a lo mas. Se disminuye en 199/200 la cantidad enorme de combustible que es preciso emplear en aquéllos. He aquí como procedia Mr. Pichon: En la obra *O* (*fig. 1.^a*) se dispone uno, dos o muchos sistemas de carbones o electrodos cónicos en una estremidad; son prisma de base cuadrada de 60 centímetros i de una longitud de 3 metros; en un extremo, con longitud de 50 centímetros, tienen la forma cónica. Mr. Pichon daba el nombre de sistema al conjunto de dos de estos carbones colocados en el mismo plano, el uno frente del otro. En nuestro dibujo se ven en la obra *C*, dos sistemas de carbones colocado el uno encima del otro; debajo de los dos sistemas de electrodos se encuentra dispuesto al crisol *n*, encima de un hogar *f* con una chimenea lateral *l*; éste se destina a entretener el calor del crisol, en caso de necesidad; si no la hubiera, se suprime. Por encima de los sistemas de electrodos, en lo alto del horno hai un cono metálico hueco *i*, i a la parte superior de este cono, va a dar un plano inclinado que lleva el mineral preparado i le hace caer en el cono. La base mayor de éste tiene un hueco, cuya superficie es mayor que la del plano inclinado que lleva el mineral. La estremidad del cono está situada en frente de la separacion de los dos carbones de cada sistema, de tal manera, que el mineral que cae del cono atraviesa los intervalos de los carbones de cada sistema. En la obra *O* se colocan dos o mas sistemas de carbones o electrodos, cuya base exterior está rodeada de una armadura metálica. Cada una de ellas está provista de un anillo *a* destinado a unir el conductor *c* de la electricidad a un vástago *t* con tornillo i tapon, i cuyo fin es hacer avanzar los carbones electrodos, a medida que se consumen. No hai sino unir los conductores de la corriente *x* a los anillos de las armaduras de cada electrodo e inmediatamente se forma el arco eléctrico entre éstos. Desde tal momento se hace llegar el mineral por el cono metálico que domina el horno, atraviesa el mineral el arco de cada sistema, se funde, i el metal así fundido, lo mismo que la ganga o escoria, llega al crisol i en él lo separa la diferencia de densidad. Admitia dos disposiciones para los carbones o electrodos, la una horizontal i la otra inclinada. El número de electrodos era variable, en algunos casos empleaba 6, en otros llegaba hasta 9. Aña-

dia el autor de este invento que en la jeneracion de la electricidad adoptaba un orijen poderoso i económico, producido por medio de pilas, de electroimanes i de una rueda hidráulica o de una máquina de vapor.

Nos hemos detenido, quizás demasiado, en la descripcion de este horno de reduccion, porque nos ha parecido que lo merecia esta primera tentativa de reducir i fundir los minerales de hierro empleando la enerjía eléctrica como ajente calorífico. Es de creer que no hicieron ensayos industriales con este aparato, pues desde luego, los grandes dispendios que ocasionaria la produccion de la enerjía eléctrica, impediria dar carácter de comerciales a los ensayos. Lo mas probable es que ni aun se contruyera uno experimental. Hai que reconocer que el horno Pichon contenia ideas bastantes acertadas i que hoi dia con algunas modificaciones quizá hubiera dado excelentes resultados. De todos modos, no se le puede negar el grandísimo mérito de ser el primero que trató de aplicar la electricidad a la metalurjia del hierro i por ello merece las mayores alabanzas.

Los hornos Héroult han sido los primeros cuyos ensayos tuvieron, desde un principio, carácter verdaderamente industrial; describiremos los tipos que son mas interesantes. El primer aparato ideado por Mr. Héroult es el representado en la figura 2.^a

El mineral, sin mezcla de carbon reductor, llega por una chimenea inclinada *t*, por la que se elimina el óxido de carbono desprendido del crisol. A la entrada de esta chimenea, bocanadas de aire inyectado queman este óxido de carbono, miéntras que el mineral, una vez fundido por el calor de esta combustion, cae en el crisol eléctrico *CBC*. El combustible se carga directamente por la chimenea *H*. Este aparato se ha combinado igualmente para tratar los minerales, pastosos o fundidos, que provienen de la primera reaccion por el óxido de carbono. La cuba del horno eléctrico, de revestimiento refractario, contiene una columna de cok *H* que es recorrida por la corriente eléctrica i a la cual viene a mezclarse el mineral fundido. Se tiene cuidado de regular la continuacion del proceso, manteniendo siempre llena la columna de cok, en la parte superior del horno. De esta manera, la corriente eléctrica llega siempre al aparato por un cable *I* unido a su parte inferior; la fusion i la reduccion se logran de la manera mas satisfactoria, en los puntos mismos en que se encuentran la mezcla del mineral i de carbon. El gran defecto de este aparato es su corta duracion orijinada por el ataque rápido de las paredes por el óxido de hierro.

En 1904 Mr. Héroult obtuvo la patente de un horno eléctrico para producir lingote destinado especialmente a la fabricacion del acero. El aparato, *figura 3.^a*, se compone de un crisol de grafito *a*, movable o nó, i de un electrodo vertical *c*, que puede subir o bajar a voluntad. Este horno no se puede clasificar como simplemente de arco i de resistencia; ámbas partes, arco i resistencia, en serie. En el fondo del crisol se encuentra una placa de fundicion a la que están sujetas piezas de hierro destinadas a establecer un

contacto inferior con el grafito. La placa de fundición forma cuerpo con la envuelta del crisol i sirve tambien de conductor. Está constituido aquél por polvo de grafito bien apisonado i trabado con alquitran en toda la parte que está en contacto con el producto fundido i las escorias. La parte del horno sobre el crisol *b*, que puede estar, o nó, guarnecida de ladrillos, tiene una forma tal, que las primeras materias descienden o bajan de la manera mas ventajosa, segun la clase de mineral tratado. En la parte superior del electrodo se encuentra una pieza *f* que asegura un buen contacto entre el electrodo i los cables conductores de la corriente. Esta pieza, que se debe construir en perfecta prolongación del electrodo, permite que el último resbale fácilmente a través de la carga i ademas contribuye a una mas larga vida de aquél. Una corriente de agua bordea el crisol a fin de protegerle contra la acción de las escorias, no reducidas, que pudieran tomar la sílice de los ladrillos. Este horno emplea indiferentemente la corriente continua o la alternativa i se sirve de dos o varios electrodos en paralelo o en serie. El aparato trabaja de la manera siguiente: se carga con la mezcla de mineral, fundente i carbon, todo ello en pequeños pedazos, i despues de pasar la corriente, produciendo el arco. La alta temperatura funde el mineral que se filtra por gravedad, a traves de una magma de carbon que se separa por sí misma bajo el electrodo, i que, siendo mui resistente, porque se encuentra en pequeños pedazos i a una temperatura moderada, calienta por resistencia i efectúa la reducción del mineral i la saturación del hierro por el carbono. Cuando se ha iniciado la marcha del horno, se le llena hasta la parte superior de la cuba con la mezcla de materias primeras; los gases procedentes de la reducción están constituidos por óxido de carbono puro que circula fácilmente a traves de la carga por resistente que ella sea, toda vez que la presión está limitada por la resistencia de las paredes i ademas por la circunstancia de que su volumen no es mui considerable.

El óxido de carbono, así producido, reduce el mineral sólido contenido en la cuba i se transforma, por efecto de esta reducción, en anhídrido carbónico, de suerte que los gases que salen por el tragante se utilizan en su mayor grado de oxidación, si bien su temperatura no será tan baja que la eficiencia del carbono llegue a su máximo.

Un horno de este género que trabaja con un mineral cuya riqueza sea de 55%, i capaz de producir de 10 a 12 toneladas diarias, exige 1,000 caballos, lo cual supone un consumo de energía por tonelada, con una producción media de 11 diarias, de 0,25 caballos. El crisol de un horno para una producción como la indicada tiene un diámetro interior de 1,50 metros en su revestimiento de grafito, i una altura de 0,70 m. La de la boca o la salida de la escoria, es de 0,33 metros; el diámetro interior del fondo del crisol es de un metro i la envuelta exterior de 2,60 de altura i 2 metros de diámetro. El peso de metal obtenido de cada colada es de 1,500 kilogramos.

HORNOS DE REDUCCIÓN I FUSIÓN SUECOS.—Después de los ensayos i

tentativas para reducir i fundir los minerales de hierro, empleando la energía eléctrica para llenar una de las funciones que el combustible desempeña en el horno alto; se ha visto demostrada la posibilidad de efectuar técnicamente la reduccion i fusion de los minerales de hierro, aun de los mas refractarios, como la pirrotina i los titaníferos, quedando establecido que allí donde la baratura de la energía hidráulica i del combustible lo permitiera, se complementaria el éxito técnico con el comercial.

Natural era que perspicaces ingenieros metalurjistas suecos, una vez conocidos los diversos ensayos hechos en América por Héroult, por Haanel i por Turnbull, pensarán que su país estaba excepcionalmente dotado por la naturaleza para aplicar la energía eléctrica al tratamiento de los minerales de hierro, de una grandísima variedad, que se pueden obtener desde los mas puros hasta los que contienen dosis mui elevadas de fósforo i azufre, i que requieren ser tratados en hornos básicos para convertirlos en aceros aceptables. No sólo los ingenieros metalurjistas perspicaces i clarovidentes se hicieron cargo desde luego de las ventajas que para Suecia habia de reportar el tratamiento eléctrico de los minerales de hierro; tambien los propietarios de altos hornos i de fábricas de acero lo comprendieron, decidiendo prestar su auxilio a los ingenieros señores Grönwall, Lindblad i Stalhane, que decidieron emprender a la vista, como hemos dicho, los resultados obtenidos en el Canadá i en California.

Los dueños de fábricas costearon en gran parte estas tentativas i contribuyeron a ellas con mas de 500,000 pesetas, durante dos años. Siete hornos diferentes fueron ensayados i en todos los ensayos se acordó prescindir de la colocacion vertical de los electrodos, toda vez que esta disposicion limitaba, desde luego, la altura del aparato, i al decidirse por desechar esta colocacion de los electrodos se discutió mucho cuál seria la mas acertada que convendria darles. Por de pronto se acordó, en los primeros tanteos, prescindir del carbon, usando en su lugar los de hierro colado fundido, semejante a los que usa De Laval en su horno.

Dejando a un lado las primeras tentativas, por no hacer demasiado larga esta conferencia, nos concretaremos a esplicar los últimos tipos, con los que se han obtenido excelentes resultados.

La *figura 4.^a* representa el que se conoce i es conocido con el nombre de Domnarfvet. La cámara circular de fusion es de 2,25 metros de diámetro interior i 1,5 metros de altura con una cuba alta de 5,10 i 1,5 de diámetro máximo. Este queda reducido a unos 0,90 metros al entrar en el crisol, con el fin de lograr lo que ántes hemos dicho, que el mineral al caer en aquél forme un ángulo tal que le aparte siempre de ponerse en contacto con el techo del crisol, por donde los electrodos penetran en el horno. El crisol, que está construido de ladrillo refractario, tiene un revestimiento de magnesita. Hai un solo agujero de colada. La cuba se halla formada de material refrac-

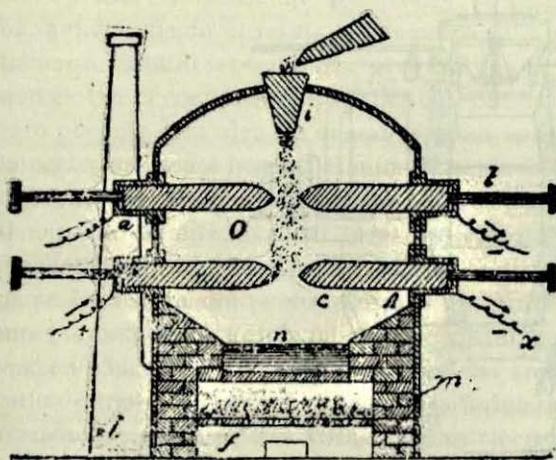


Fig. 1.

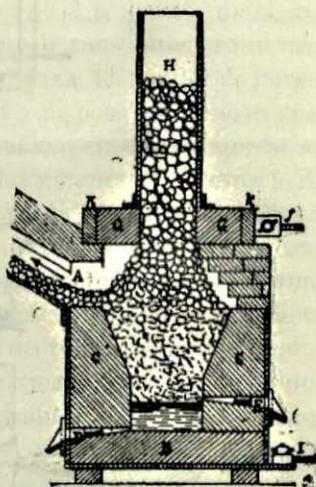


Fig. 2.

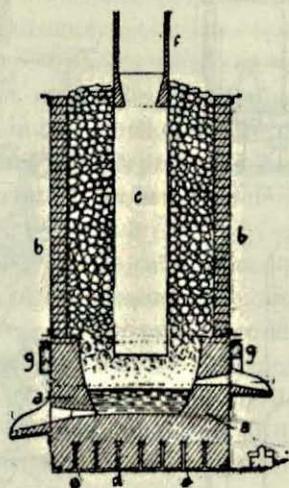


Fig. 3.

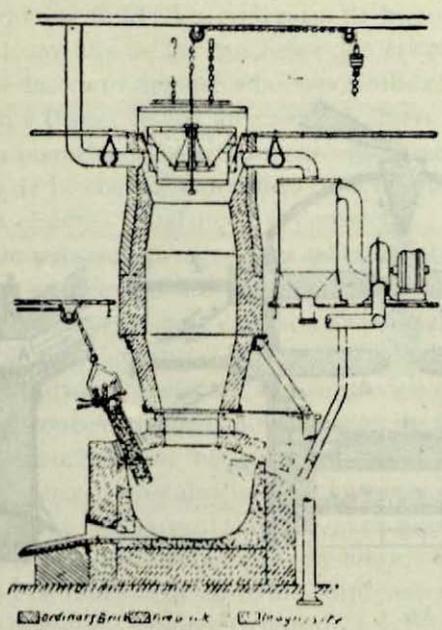


Fig. 4.

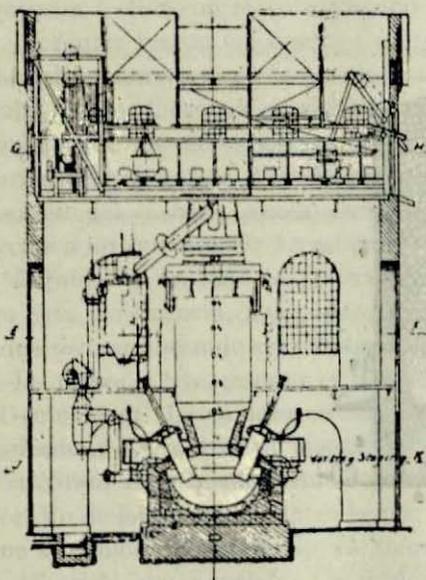


Fig. 5.

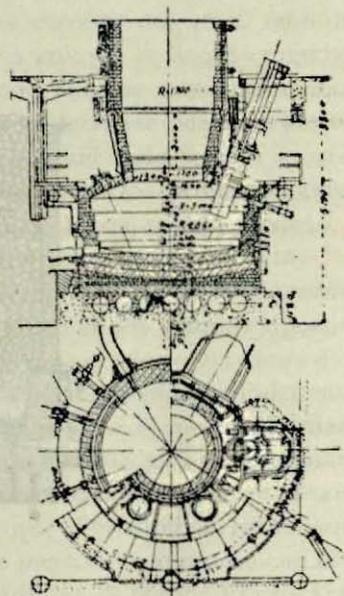


Fig. 6.

tario i está soportada por un armazon de acero de modo que no grave con su peso el techo del crisol.

El aparato donde los materiales se cargan en el tragante de la cuba, aunque afecta la forma de los empleados en los hornos altos ordinarios, tiene un trazado especial, que se denomina la campana Tholander de carga, que es tan corriente en los hornos altos suecos. La disposicion de este aparato obedece a la idea de que al efectuar la operacion, el carbon quede en la parte media del horno i el mineral se dirija a las paredes. Una especie de capucha movable cubre el aparato i sirve para impedir el escape de gases o la entrada del aire, durante su carga. Hai dos tubos de toma de gases: uno de ellos los lleva al exterior del edificio i otro los conduce a un aparato donde se les separa del polvo i despues los dirige a un ventilador que inyecta una porcion de ellos en la cámara de fusion, por tres toberas que se introducen en ella, a la altura del arranque del arco del techo. El horno está dotado de tres electrodos colocados en la forma que indica la *figura 4.^a* la corriente que se emplea es trifásica. Los electrodos, al penetrar en el aparato, pasan por cajas de empaquetaduras que se conservan perfectamente ajustadas por medio de empaquetadura de amianto. Tienen una seccion recta de 275 milímetros por 550 milímetros. I como electrodos de estas dimensiones no era fácil obtenerlos, se venció la dificultad acoplando dos cuadrados de 275 milímetros de lado. Se sostienen mediante unas piezas de sujecion unidas a un cable que se enrolla alrededor de un tambor, accionado por motor eléctrico. A las piezas que sujetan los electrodos van tambien los conductores de la corriente.

En un horno de este tipo, los gases enjendrados en la cámara de fusion no bastan a calentar los materiales de la cuba, i para subsanar esa dificultad se ideó la separacion de aquéllos de que ántes hemos hablado, haciendo que parte fuese a parar a un depósito de donde un ventilador los envía al horno, en el que entran, como ya hemos dicho, por la parte mas elevada del crisol, junto a la bóveda que forma el techo, i sirviendo al mismo tiempo para enfriar éste e impedirle que se caliente con exceso, o funda. Las toberas se introducen en la mitad del espacio entre dos electrodos.

El suministro eléctrico se dispuso de tal modo que pudiera obtenerse la corriente, con gran flexibilidad de adaptaciones. Consistia en un motor trifásico síncrono de 900 caballos, corriente de 60 ciclos i 700 voltios. Un jenerador trifásico directamente acoplado al motor, la suministra de 25 ciclos a un voltaje que pueda variar, por diferencias no mui grandes, de 300 a 1,200 voltios. La corriente del jenerador se lleva a los trasformadores colocados en las inmediaciones del horno, i en éstos el voltaje se baja en la relacion de 14 a 1; el secundario varía de 20 a 80 voltios, i con el fin de utilizar la potencia de la instalacion en toda su intensidad, disponiendo de ella en esta zona de voltaje, los trasformadores tienen una capacidad total de 1,500 kilovoltios amperios.

Este horno experimental, cuya construcción se comenzó en 1908, inauguró sus trabajos al fin de este mismo año. La primera campaña abrazó desde el 7 de Mayo al 30 de Julio de 1909, i puso de manifiesto que el trazado del aparato respondía a una marcha regular, i ofrecía abundantes datos para tener una idea de la parte económica del proceso completo. Los minerales que se emplearon en esta primera campaña fueron óxidos magnéticos de Suecia. El combustible fué carbon vegetal i mezcla de éste i de cok. El consumo varió de 0,30 a 0,39 toneladas por 1,000 kilos de lingotes. La producción fué muy reducida, unas cuatro toneladas diarias, con un consumo de energía un tanto excesiva, toda vez que alcanzaba la elevada cifra de 0,67 de caballo-año por tonelada. Claro es que habia de mejorar en ensayos sucesivos. El consumo de electrodos fué también grande, ascendiendo a 13,6 kilogramos por tonelada de lingote. El factor de energía del horno marchando a 25 ciclos variaba de 0,8 a 0,9 que se puede considerar como muy aceptable. En este horno, los gases, al abandonar el tragante, están formados en su totalidad con óxido de carbono i anhídrido carbónico. Respecto de la temperatura de aquéllos, depende en gran parte de que haya o no circulación.

Cuando no hai, la porción superior de la cuba está completamente fría; es decir, a ménos de 100°, i los gases solamente contienen 10% de anhídrido carbónico. Por el contrario, si rige la temperatura de los gases no baja de 200 a 300° i la proporción de anhídrido carbónico sube a 30 o 40%.

El horno tiene una marcha tanto mas económica cuanto mayor es la proporción de anhídrido carbónico i no sólo por lo que respecta al carbon, sino también por lo que se refiere a la energía, que se consumirá tanto ménos cuanto mas caliente baja el hierro al crisol.

Algún otro horno del mismo tipo que el de Domnarfvet ha sido trazado, especialmente el denominado Frick, que solo se diferencia del que acabamos de describir, en colocar los electrodos verticales i además rodeados de cok, de manera que este revestimiento forma el verdadero electrodo, esperando obtener con esta disposición una notable economía.

HORNO DE TROLLHATTAN.—Después de los excelentes resultados conseguidos con el horno de Domnarfvet, los ingenieros señores: Grönwall, Lindblad i Stalhane, con el poderoso auxilio de la Asociación de Fabricantes Suecos de hierro, la tan conocida con el nombre de *Jern-Kontoret*, i después de haber celebrado un convenio con la Real Junta de Administración de Energía hidráulica, decidieron establecer un horno en mayor escala que el Domnarfvet. Mientras éste sólo utilizaba una energía eléctrica de 500 kilovatios, el de Trollhattan habia de marchar con 1,900 kilovatios. En este nuevo horno se tuvieron en cuenta los principios fundamentales siguientes: 1.º Como todos los materiales a altísima temperatura son buenos conductores de la electricidad, conviene que la construcción esté hecha de tal modo que no haya pérdida de la corriente. Es preciso, además, que la carga

misma proteja el revestimiento de la destruccion, bien por radiacion del arco eléctrico, o por conduccion: de proceder de otra suerte, seria necesario emplear el enfriamiento por el agua, con el gasto consiguiente de energía. 3.º La carga no debe ejercer presion sobre los electrodos sino en la medida necesaria para producir la formacion de un arco. Si no se llena esta condicion, la estension baja i los electrodos i cables tienen que ser de grandes dimensiones i el trabajo se hace con irregularidad. 4.º Teniendo en cuenta que el combustible empleado en el horno eléctrico no está destinado a quemarse por el aire, i con el fin de obtener un producto lo mas uniforme posible, es necesario tener un crisol lo suficientemente grande, que haga las veces de un mezclador. De otra manera las irregularidades inevitables en la carga influirán en el contenido del carbon del lingote. Con el fin de cumplir estas condiciones, se construyó el crisol de este nuevo horno, de mayor capacidad, aun tenida cuenta de la que le corresponde por su produccion mayor que la del Domnarfvet, i la cubierta, como en éste, es de arco. Como en él tambien, el trazado obedece a la idea de que estando en plena marcha formen los materiales, al llenar el crisol i en su parte superior un plano inclinado que deje a la cubierta libre de su contacto. Lo mismo que en el de Domnarfvet los electrodos se introducen en el crisol a traves del techo i en puntos donde se ponen en contacto con la carga.

De los rasgos mas importantes del nuevo horno de Trollhattan, es la regularizacion de la energía: no se obtiene, como en los de refino, por el cambio de altura de los electrodos, sino variando la tension de la corriente. No podria hacerse por la elevacion o descenso, a causa de la gran presion ejercida por el gas, inherente a los hornos de reduccion. Claro es que se hace preciso un ajuste de altura en los electrodos por el efecto del desgaste. La variacion de la tension en el suministro de la corriente, se efectúa cortando un determinado número de enrollamientos, en los de alta tension de los transformadores, i las disposiciones son tales, que las diferentes fases pueden trabajar simultáneamente con tensiones diferentes: por ejemplo, 80 voltios en una fase, 70 en otra, etc. Este sistema ha resultado de una gran facilidad para el trabajo. El cálculo de las dimensiones del nuevo horno se efectuó en armonía con las siguientes bases: se estimó una produccion anual de 7,500 toneladas, en realidad de once meses. Se supuso que un metro cúbico de carbon vegetal pesaba 150 kilos: que con uno de combustible se obtenian tres de lingote que para obtener una tonelada de éste eran preciso 1,725 kilogramos de mineral, i de consiguiente, se necesitaban 5,175 kilogramos de mineral por tonelada de carbon vegetal; que una mitad del mineral se distribuia entre los huecos naturales que deja el carbon i la otra mitad requiere un espacio apropiado; que la gravedad específica del mineral es 2,5 i que la razon del volúmen de carga por día al volúmen del horno es de 1,55. Como la produccion de éste se fijaba en 23 toneladas diarias, se deduce de todos los datos ahora espuestos, que aquéllas tone-

ladas de lingotes corresponden a un volúmen de 51,1 metros cúbicos de combustible i un espacio extra de 7,8 metros cúbicos para el mineral, que no tiene colocacion en los intersticios del combustible, o sea en conjunto 59 metros cúbicos. I en virtud de lo que dejamos dicho respecto a la relacion entre el volúmen de carga por dia, i el de su cuba, el de horno completo será

59
— = a 38 metros cúbicos, que se reparte de la ma-
1,55

nera siguiente: volúmen útil del crisol, 12,45; cuello, 0,45; vientre, 3,50; porcion cilíndrica de la cuba, 11,80, i cuba, 9,50. La primera dimension que hubo de fijarse fué el diámetro del cuello i se determinó que fuese de 1,200 milímetros. Se pensó en hacer este cuello mayor, mas como esto llevaba la idea de construir un crisol mas grande con las dificultades que hubieran sobrevenido, a causa de los electrodos, se desistió de ello. En cuanto a la altura de la cuba claro es que se trató como primera condicion de que fuese tal que se aprovechase lo mas posible el calor de los gases i facilitase la reduccion del mineral. De otra parte, es preciso tener en cuenta que, si se hace demasiado alta la cuba, hai una gran presion de los materiales que dificulta la marcha ascendente de estos mismos gases. El problema que estaba reducido a tantear los diámetros que debian asignarse al vientre i al tragante, i la altura para obtener los 25,55 metros cúbicos que se necesitaban, se resolvió al fin i al cabo, dando al horno las formas i dimensiones que aparecen en la *figura 5.^a* La altura quedó fijada en 12,7 la total interior del horno, es decir, desde el fondo del crisol hasta el tragante, i como el fondo del crisol está un metro sobre el suelo, resulta que la total del horno sobre aquél es de 13,7. Si se exceptúa la pequeña dosis de cok empleada al empezar el trabajo, el horno ha marchado siempre al carbon vegetal; las cargas se hacen por volúmen: 6,5 hectólitros por carga, pero todos los dias se pesaban éstas i se efectuaban análisis.

El combustible que se empleaba tenia a las veces un exceso de humedad i de cenizas debidas estas últimas a las piedras i gravas con que venia mezclado. Una poderosa máquina Blacke para quebrantar el mineral i la castina, reducía el mineral a piedras del tamaño de una nuez. Se emplearon cuatro electrodos: cada uno formado por otras tantas piezas cuadradas de 2 metros de largas i 330 por 330 milímetros de seccion, formando un cuadro de 660 milímetros de lado. Durante las campañas de este horno en los años 1910 i 1911, se coleccionaron cuidadosamente los resultados obtenidos, i se vió que el consumo del carbon vegetal, por tonelada de lingote obtenida, varió de 330 a 390 kilogramos.

Respecto de la enerjía eléctrica, el consumo fué variable, siendo de un caballo por 2,48 toneladas de lingote a 3,07 toneladas. El gasto de electrodos varió de 3,87 kilogramos a 5,83 por tonelada de lingote.

De cuatro análisis de hierro tomados en los meses de Enero a Marzo de

1911, se puede observar que el C varia de 4,19 a 3,1%, el Si de 1,35 a 0,14%; el Mn de 0,90 a 0,08%; el S de 0,004 a 0,028 i el Ph de 0,010 a 0,021%. En los análisis de las escorias se observa que no siempre corresponde la menor dosis de azufre a la mayor basicidad de aquéllas, por mas que todas son bien básicas. En algunas el por ciento alcanza la cifra de 6,89% de FeO que corresponde a 5,36% de Fe. Durante toda la campaña se consagró especial cuidado al estudio de los gases, haciendo frecuentísimos análisis i determinando la velocidad de su marcha a traves del horno i su valor calorífico. A veces se efectuaba el análisis de todo el gas: otra se limitaba al ensayo a la determinacion del calor calorífico, haciendo uso del aparato calorimétrico.

A pesar del gran número de ensayos hechos, no se ha podido llegar a formular una lei concreta, debiendo hacer constar únicamente que algunas bastantes veces, la composicion de los gases no es la misma en el centro que en las inmediaciones de las paredes. En el análisis de los gases la composicion varia por lo que respecta al CO_2 de 12,6 a 28,2% en volúmen i el CO de 57,5 a 71,9. En cuanto afecta a reparaciones debe observarse que en el trascurso de cinco meses de trabajo continuado solo se emplearon en aquéllas diez i ocho horas, observándose ademas que las dimensiones dadas al horno, en jeneral, habian resultado satisfactorias para las condiciones normales de mineral i carbon vegetal.

Ocurria a veces que, si se empleaban en la carga minerales terrosos o concentrados, o se hacia uso de un combustible excesivamente fino i si las cargas estaban demasiado húmedas, la marcha del horno se resentia i sus dimensiones no parecian acomodarse bien para este caso particular. Lo que hubiera convenido, en tal situacion, hubiera sido una activísima circulacion de los gases a fin de que esta humedad se evaporase ántes de que penetrase con la carga en la parte inferior del horno provocando un descenso en la temperatura. El poder reductor de CO disminuyé entónces, i por tanto el CO_2 disminuye en los gases, al abandonar el horno, indicando con ello que no se utiliza debidamente el carbon vegetal.

Para la buena marcha del aparato cuando se reunen en los materiales las condiciones de humedad de que ántes hemos hablado, quizá convendria tener de mayor diámetro el cuello, i aun quizá la cuba mas ancha i de menor altura.

Se ha observado durante el trabajo de este horno, que para mantener una completa i activa circulacion del gas, era necesario en primer término purificarle lavándole de modo que se eviten las interrupciones frecuentes ocasionadas por la limpieza. Ademas, la tubería de gas, i especialmente las uniones deben hacerse completamente estancas. Durante la marcha de este horno se trabajó con caliza. Es evidente que si se hubiera usado cal se habria obtenido alguna economía i, como es natural, ésta seria tanto mayor cuanto mas grande fuese la cantidad de cal requerida. Que se use calcinada o sin calcinar la dosis de CO_2 en los gases es la misma, i esto demues-

tra que el CO_2 , procedente de la caliza, puede ser reemplazado por el CO_2 formado por la reduccion del mineral por el CO . La enerjía requerida para calcinar la caliza se economiza i la misma cantidad de combustible reduce mas mineral.

No debe pasarse en silencio que este horno se ha estudiado científicamente en todos sus detalles reuniendo datos químicos i términos que permitian calcular i resolver cuantos problemas son inherentes a una fabricacion tan complicada. Siete pirómetros podian funcionar al mismo tiempo en toda la altura, a partir del crisol; al lado de cada abertura para los pirómetros habia otra destinada a observar la presion de los gases i obtener muestras para el análisis de éstos. Un aparato «Mono», para un máximo de 60 CO_2 da en todo momento la dosis de este compuesto en el gas tomado de la parte del horno donde se recojen los productos gaseosos, para inyectarlos, de nuevo, en la parte mas elevada del crisol.

Este aparato, el calorímetro para la indicacion del calor contenido en los gases, los registradores de la presion de éstos i otro de análisis tambien de gases, del tipo Sanden, están colocados en una habitacion debajo de la oficina del horno i son fácilmente accesibles para el ingeniero encargado, que de ordinario se encuentra en el piso de trabajo. En los pirómetros colocados mas próximos al crisol, se usaron pares termo-eléctricos de platino-rodio i para los mas elevados otros elementos. Todos estaban dispuestos para registrar la temperatura cada diez minutos.

Para terminar la del hierro i de la escoria al salir del horno, se empleaba un pirómetro óptico de los fabricados por Siemens-Halske. Para la estimacion directa del valor calorífico del gas se usaba un calorímetro del doctor Strache. La cantidad de gas que pasaba a traves de los tubos se determinaba por medio del presiómetro i micromanómetro de Kreli. Fué imposible el emplear los instrumentos destinados a registrar la velocidad de los gases debido al polvo que llevaba.

NUEVOS HORNOS EN SUECIA.—Con los resultados obtenidos en el horno Trollhattan, se proyectaron i construyeron nuevos hornos en Suecia i siempre en escala creciente. Desde el primer experimental en Domnarfvet que utilizaba en el año 1909 una enerjía eléctrica de unos 500 kilovatios, hasta el de Varderfors empezado a construir en 1915 con corriente eléctrica de 6,000 kilovatios, se pusieron en marcha unos intermedios, tales como el Trollhattan con corriente de 1,800 kilovatios aproximadamente, el de Hagfors, con 2,200 kilovatios, i el nuevo de Domnarfvet, con 3,000 kilovatios. Los modernos hornos se reflejan en sus trazados las nuevas ideas a respecto del perfil interior *figura 6.^a* Daremos algunas noticias del de Soderfors: diámetro del cuerpo de este horno es de 3,400 metros i el diámetro por el cuello de 2,600 metros, en vez de 1,200 que tiene el de Trollhattan; el ángulo del vientre es de $78^{\circ} 45'$. La disposicion del crisol presenta tambien algunos rasgos nuevos. En el fondo i parte superior de los costados se

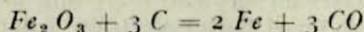
forma una capa de cok o de carbon de electrodo; entre el arco i el cuello se ha colocado un anillo enfriado con agua, que sirve como término del arco, i en la parte superior de éste, como una proteccion contra la presion del interior, se emplea en este horno una cubierta formada por una placa de acero que está unida con las del vientre i del crisol. La enerjía eléctrica será suministrada por la estacion central de Elfkarle con corriente alternativa trifásica de 50 períodos i 20,000 voltios en la central i 18,000 en Soderfors. Este voltaje se reduce a 100 en ocho oscilaciones en los enrollamientos primarios de tres trasformadores refrescados por agua i aislados por aceite. Cada transformador tiene 12 barras de 300 milímetros por 12,5 milímetros de cobre, las que pueden reducirse a ocho, cuatro para cada electrodo, i que se unen directamente a los contactos de cobre de aquéllos. Los de carbon vegetal tienen un diámetro de 700 milímetros. El crisol descansa sobre una base de hormigon armado perforada por siete pasos circulares que sirven de conducto al aire. Tanto el crisol como la cuba del horno tienen su paredes reforzadas con un revestimiento de placas de hierro. Para la circulacion del gas se establecen dos ventiladores, uno de ellos de reserva, del sistema Tschocke, i otro del tipo de Jaejer. Los ventiladores primeros tienen una capacidad de 80 m³ por minuto i a una presion de 100 milímetros de agua. El gas abandona el horno a través de una abertura en las paredes de 800 milímetros de diámetro. El tubo del gas, lijeramente inclinado, está constantemente humedecido por una regadera. La continuacion del tubo de gas tiene 1,000 milímetros de diámetro interno: su direccion va primeranemente recta hacia la parte inferior i despues sube terminando en un depósito de agua. En las ramas ascendentes i descendentes hai colocadas 20 regaderas centrifugas. De la rama ascendente el gas es estraido por un ventilador en donde se le lava de nuevo, i despues se le lleva al reposador de agua.

Hecha la esposicion del nacimiento i desarrollo de la reduccion i fusion de los minerales de hierro en el horno eléctrico, i demostrando plenamente el éxito técnico de este procedimiento, conviene ahora examinar desapasionadamente las probabilidades de sustituir por este nuevo sistema el hoy comunmente empleado del horno alto. La primera cuestion que se presenta es la siguiente: a igualdad de mezcla de fusion en ámbos aparatos, ¿reune el lingote eléctrico condiciones superiores a las del fabricado en el horno alto? Reducido i fundido el mineral de hierro sin aire, i habiéndose demostrado por algunos analistas concienzudos, tales como Braau de Suecia, la presencia del nitrógeno en el lingote corriente, i siendo este metaloide de influencia perjudicial, dicho se está que, por lo ménos, esta ven-

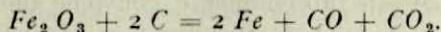
taja tiene el lingote eléctrico. Como mas tarde, en los procesos de fusion i refino del acero, ni en el Bessemer, ni en el Siemens, ni aun en el procedimiento del crisol, se elimina completamente el ázoe, perdiendo algo en el Bessemer, mas en el Siemens i casi el total en el crisol, dicho se está que grandes ventajas ha de tener el acero fabricado con lingote eléctrico sobre aquél en cuya produccion se haya empleado esclusivamente el ordinario. Aparte de esta ventaja, que no es pequeña, el horno eléctrico de reduccion i el horno alto ordinario dan productos en armonía con las mezclas de fusion empleadas, eliminándose en ámbos aparatos el azufre, segun la basicidad de la escoria, i mucho mejor en el eléctrico, merced a la mayor temperatura que en él puede desarrollarse. Esta condicion favorece tambien la reduccion de ciertos minerales de hierro mui refractarios, como las pirrotitas i los titaníferos, i es causa de que se pueda obtener ferroníquel.

Sin verdaderos motivos en qué fundarse, se ha afirmado por algunos técnicos que seria probablemente difícil el mantener la uniformidad de productos en el horno eléctrico de reduccion; i sin embargo, la esperiencia ha demostrado que es mucho mayor la regularidad i uniformidad de los productos en el horno eléctrico que en el alto, i la razon de esto es que el crisol del eléctrico, de mayores dimensiones que el del alto, hace las veces de mezclador. Puede tambien asegurarse que las cargas ricas dan mejores resultados que las pobres. La calidad del lingote es independiente de la riqueza de hierro del mineral. La esperiencia derivada de la marcha de los hornos suecos ha demostrado que la conduccion de estos hornos es mas sencilla que la de los altos. Se obtiene una calidad uniforme sin consagrarle una atencion cuidadosa. Se puede cambiar fácilmente la calidad i producir los diversos grados del hierro colado, desde el gris mas alto al spiegel, por simple manipulacion.

Pasemos a estudiar la parte económica del procedimiento eléctrico. La reduccion del mineral de hierro, considerando esclusivamente la del necesario para obtener una tonelada de lingote, depende únicamente de que el producto de la reduccion sea CO o CO_2 , obteniéndose en el segundo caso una economía de un tercio de C . Las ecuaciones en ámbos casos serian de



i



Si a la cantidad de carbon consumida en la reaccion se une la empleada en la reduccion de la sílice del mineral, para obtener el silicio del lingote i el carbono a que éste se incorpora, tendremos todo el que se requiere en la produccion total del lingote. La práctica ha hecho ver que en los hornos eléctricos de reduccion de buenas condiciones i ya en buena marcha, el consumo del combustible reductor es de un tercio aproximadamente del lingote producido.

No tenemos noticia de que se haya hecho un balance calorífico del horno eléctrico de reducción. Sin duda alguna, deben existir en Suecia, aunque no estén publicados, algunos trabajos en esa dirección, pues hemos observado que en las cubas de los hornos suecos hai alojamientos para seis u ocho pirómetros situados a distintas alturas. Hai que contentarse por el momento con los datos que suministran los inventores de los hornos o ingenieros encargados de su dirección. La energía calorífica consumida es decir, la necesaria para la reducción, i mas para la fusión del hierro i las escorias, se ha fijado por la mayor parte de los autores en $\frac{1}{4}$ caballo-año cifra que quizá se obtenga con los nuevos hornos suecos de gran capacidad, siempre, por supuesto, que se trate de la reducción, de minerales cuya riqueza oscile entre un 50% o un 60%. Ya con estos datos fácil es plantear la comparación entre los dos métodos de reducción. Supuesto el empleo de un mineral rico, el horno alto con todas las ventajas para obtener la mayor economía, es decir, aire calentado a gran temperatura consumirá una tonelada de cok por tonelada de lingote obtenido, mientras que en el eléctrico se consumirá $\frac{1}{4}$ caballo-año, i un tercio de tonelada de cok o de carbon vegetal por igual, pero de lingote. De modo que allí donde a igualdad de otras condiciones, 666 kilogramos de cok o carbon vegetal, tengan el mismo precio que $\frac{1}{4}$ caballo-año el tratamiento eléctrico para la reducción podrá sustituir al horno alto ventajosamente. Dicho se está que cuando se trata de minerales pobres, tanto en el horno alto como en el eléctrico serán mayores los consumos de energía eléctrica en el segundo i de combustible en el primero.

Esta es una cuestión importantísima i base primordial en el establecimiento de un horno eléctrico de reducción. Ingenieros ha habido que han tratado de condensar estas opiniones en una fórmula matemática. El italiano Remo Catani, en una Memoria leída ante la Asociación electrotécnica Italiana, estableció rotundamente que el hierro reducido eléctricamente i

el lingote ordinario tienen el mismo precio de costo cuando $x = \frac{y}{0,155 + \frac{4}{n}}$

en la que x representa el costo de un caballo-año en liras y el precio de una tonelada de cok, también en liras i n el número de kilos de lingote producido por caballo día. En subsiguientes investigaciones encontró que, utilizando en el horno alto los gases, la fórmula anterior se convierte en

$x = \frac{y}{0,185 + \frac{4}{n}}$ según la cual deduce que para $n = 12$ se obtiene aproxima-

damamente $x = 2y$, es decir, que cuando el costo de un caballo de vapor es doble del de una tonelada de cok, el de una de hierro reducido eléctricamente será el mismo que el del obtenido en el horno alto, i que será mas barata la reducción eléctrica cuando un caballo-año cueste menos que dos toneladas de cok.

Si nos fijamos en los datos ántes espuestos, cuando el consumo de enerjía en el horno de reduccion es de 0,25 caballos para que los costos de ámbos sistemas sean iguales, se requiere que el de un caballo de enerjía sea igual al de 2,664 toneladas de cok i cuando el consumo es de 0,333 caballos se requiere que el costo de un caballo sea igual a 1,998 toneladas de cok, que es el tipo encontrado por el ingeniero Reni cuando el número de kilógramos de lingote producido en el horno eléctrico es de 12 por caballo-día.

Nos parece mui difícil que se llegue a cifra tan elevada: aun en condiciones tan ventajosas, como supone el consumo de sólo 0,25 litros por año por tonelada de lingote, el número de kilógramos obtenido por caballo-día no traspasa la cifra de 10,9 kilógramos. I hoi por hoi, nos parece que es sumamente difícil lograr la tonelada de lingote con ménos de 0,25 caballo-año. No hai que buscar únicamente en los saltos de agua la enerjía capaz de ser trasformada económicamente en eléctrica: cabria quemar los menudos en las mismas minas i trasportar la enerjía a las del hierro, para allí producir el lingote, o a un puerto de mar si se estimaba que era el emplazamiento mas conveniente para el horno de reduccion. I claro es que tambien cabrá utilizar en la produccion de enerjía los combustibles inferiores, como los lignitos i las turbas, que ya, como hemos dicho, el problema de la obtencion eléctrica del lingote de hierro es de carácter puramente comercial. I no hai duda que allí donde este problema favorezca al horno eléctrico de reduccion, debe adoptarse sin vacilar esta solucion. Algunos paises de Europa se disponen a imitar a Suecia: Italia ha contratado con la Sociedad Electro-Metals, de Lóndres, representantes de los señores Grönwall, Lindblad i Stalhane, el establecimiento de seis hornos de reduccion eléctricos de 4 mil caballos cada uno, i que han de instalarse en el valle de Aosta. I es de creer que pronto secundarán a Italia, otras naciones que se encuentren en tan favorables condiciones de producir enerjía barata como ella, i que el horno eléctrico de reduccion, sino es la misma medida que el de fusion i afino, alcanzará en plazo no mui largo considerable desarrollo.



Dragado de Oro en Tierra del Fuego (1)

Separado del Continente de América del Sur por el Estrecho de Magallanes, se encuentra el archipiélago de Tierra del Fuego. No es mi idea entrar en detalles nimios sobre la geografía i topografía de esta rejion, pero, para dar una breve descripcion jeneral de estas tierras poco conocidas, pueden ser estos de algun interes.

El grupo está situado entre 52° 40' i 55° 58' Lat. S.; 63° 28' i 74° 36' Long. O., se estiende 750 km., hácia el Sur, mas o ménos en la misma línea que los Andes. El archipiélago se divide en tres secciones principales conocidas como «Fuegia» del Este, del Oeste i del Sur.

En la primera, las planicies suavemente onduladas están cubiertas de vigorosas i altas yerbas de que se alimentan el guanaco i otros animales que se conocen en el continente. En el Sur una larga península irregular se avanza hácia el Pacífico. La porcion occidental es de carácter montañoso; entre las alturas mas importantes están el monte Darwin que alcanza a 2,090 m., i el monte Sarmiento que alcanza a 2.170 m.

Las porciones del Este i del Sur son montañosas porque están en la misma línea con el eje principal de los Andes. La altura media es de 904 m., i la vejetacion es forestal en lugar de herbácea. La temperatura media es alrededor de 5°,50 las líneas isotermas de 0° en Julio (Invierno) i la de 100° en Enero (Verano), muestran que a inviernos verdaderamente suaves siguen veranos frescos. Los cielos nublados, los cambios bruscos del tiempo, los fuertes vientos i las tempestades de nieve, todos tienden a hacer de esta rejion una de las mas tristes de la superficie de la tierra.

Estas tres divisiones de la tierra del Fuego están habitadas por tres distintos grupos de indios: los Onas en el Este, los Yanganes en el Sur i los Alacalufes en el Oeste. El número total de estos indios talvez no exceda de 5,000 en todo el archipiélago. Raramente se ponen en contacto entre sí, son bajos de altura, poseen escasamente un poco de intelijencia i son crueles i sucios en último grado. Se dice que entre los Yanganes las viejas son matadas i comidas por los miembros de la familia. No tienen un gobierno de tribus i cada familia vive separadamente. No reconoce un jefe jeneral en ninguna de esas familias.

Una parte de Tierra del Fuego pertenece a la República de Chile i la otra a Argentina. En años pasados ha habido algunas dificultades en la demarcacion de límites, pero creo que ahora se han solucionado de una manera satisfactoria para ámbos pueblos.

Como mis investigaciones se han limitado a la parte de Tierra del Fue-

(1) Traducción del «Engineering and Mining Journal», Abril 14-1917 debida a la amabilidad del Sr. Tomas Leighton.

go que pertenece a Chile, tengo poco que decir referente a los depósitos aluviales auríferos pertenecientes a Argentina. Es de interés notar la insignificante mención que de esta región se hace en el boletín *La Geología i Minería Argentinas*, publicado en 1915 por el Director Jeneral de Minas Argentina, E. Hermitte.

Anoto el extracto siguiente:

Hai también establecimientos auríferos en la región del Estrecho de Magallanes, comunmente en forma de depósitos aluviales; sin embargo hai vetas de cuarzo que se sabe contienen oro. La mayor parte de los depósitos aluviales, se encuentran en territorio chileno. Se han hecho muchos trabajos, pero sus resultados no han sido buenos debido a la falta de buenos estudios con referencia a las condiciones i al fracaso para trabajar sobre una base comercial.

ORO EN LOS RIOS VERDE, OSCAR, PROGRESO I DEL ORO

Después de un cuidadoso estudio de la región i de las condiciones existentes, estoy de acuerdo con el señor Hermitte en el resumen de la situación sin cuestión, en los aluviones del río del Oro, Río Verde, Río Oscar i Río Progreso, hai suficiente oro para hacer operaciones de trazado con beneficio. Está demás decir que el trabajo debe ser dirigido por ingenieros de primer orden, resguardados por fuertes organizaciones como se encuentran en Nueva Zelanda, Australia, California i otras partes del mundo. No es para sorprenderse el encontrar que haya habido muchos fracasos en esta región cuando se considera la forma no metódica en que se han conducido los trabajos.

Actualmente hai 14 dragas en Tierra del Fuego, pero sólo dos de ellas en funcionamiento. Todas estas dragas son del tipo neozelandés de conexión floja i maniobradas con cables, son completamente diferentes de las dragas de conexión ajustada, «spud Type», usadas en Estados Unidos.

POCOS RODADOS I CIRCA DE ARENISCA BLANDA

En Río del Oro, Río Verde i Río Oscar las condiciones son especialmente favorables para las operaciones de dragado. Las dragas se pueden construir i poner a flote en cualquiera parte de estos ríos y además, desde el puerto de Porvenir hai una buena carretera por la cual se pueden traer materiales i provisiones. Se tiene bastante agua corriente i las avenidas no se conocen. Los ríos no son grandes i permitan construir pozos para recibir las dragas. Su ancho varia entre 9 i 43 m., i la profundidad entre 0,30 i 2,15 m.

Los aluviones contienen pocos rodados i no hai troncos enterrados.

Puedo decir que una série de ganchos colocados en la cadena de los cachos podrá servir de proteccion contra cualquier rodado que se encuentre. La profundidad de los aluviones varía entre 1,50 a 2m., i se tiene una circa ideal de arenisca blanda. Por consiguiente los aluviones pueden ser dragados hasta la misma circa i todavía esta puede raspárse. De esta manera todo el oro que se deposita en el fondo durante el dragado puede sacarse i ser aprovechado.

Debido a la naturaleza de estos rios, cuando se quiere dragar a profundidad, el nivel del agua en las pozas puede bajarse de 0,6 a 2,1m., lo cual permite a las dragas hacer el mismo trabajo con una pluma mucho mas corta. Esto puede ahorrar mucho desgaste i deterioro en las dragas, desde que las partes de trabajo de las plumas largas son mas maltratadas que en las cortas.

En este distrito la capa superficial es turba, que varía de 0,6 a 4,5 m., de grueso. Sin embargo el promedio del grueso de la turba a lo largo de los rios no es mayor que 1,05. Esta turba es de buena calidad i puede usarse como combustible ya sea en forma de briquetas o en gasójenos. Tambien hai una mina de buena lignita a corta distancia de Rio Verde.

En este distrito no encontré ningun depósito aluvial que necesitara explosivos, i por noticias de los residentes desde largo tiempo supe que los mayores frios alcanzaban sólo a causar una conjelacion superficial.

No existen capas superficiales de arcilla, es decir, las capas delgadas de arcilla que existen no son de suficiente importancia para tener que considerar justificadamente una pérdida de oro en la estraccion por el elevador.

Como queda dicho mas arriba, los inviernos no son tan severos que afecten materialmente las faenas de dragado. Por otra parte, no será necesario parar los trabajos por mas de 11 semanas, i este no debe considerarse como tiempo totalmente perdido, puesto que con una cuidadosa distribucion de los períodos de estraccion disminuirá la pérdida real del tiempo.

La tabla siguiente da los resultados de los pozos catas hechos en estos rios. Todos son promedios i las medidas de lonjitud están en metros.

Catas en Rios de Tierra del Fuego

RIOS	Núm. de catas	Profundidad M.	Grueso de la turba M.	Grueso del ripio M.	Oro por m ³	
					gr.	cents. oro N. A.
Rio Verde						
Curso superior.....	15	4,36	1,0	3,6	0,264	15,85
" inferior.....	24	4,31	0,90	3,41	0,742	44,52
Rio del Oro.....	.....	.....	.....	.....	0,330	19,80
Rio Oscar.....	.....	.....	.....	.....	0,294	17,66
Rio Progreso.....	.....	.....	.....	.....	0,348	20,87

Estoi en situacion de atestiguar los resultados dados i creo que en este campo dragas bien dirigidas podrian amplificarlos.

LYMAN CHATFIELD.



Situacion de los mercados de minerales, metales i combustibles

Octubre, 24 de 1917.

COBRE.—No ha cambiado la situacion de este mercado en Lóndres desde el punto de vista de la actividad, que sigue siendo mui reducida en lo que a la industria particular se refiere. En cambio, las fábricas continúan trabajando a pleno rendimiento por cuenta de los Gobiernos británico i aliados, cuya demanda no decrece. Los *stocks* de primeras materias son suficientes para los aprovisionamientos de las fábricas dedicadas a producir material de guerra, i los arribos de mineral, a pesar de todo, continúan siendo satisfactorios.

Se cotizan en Lóndres: *standard*, £ 110 a £ 110.10.0 al contado i tres meses; *best selected*, £ 123 a £ 120, i electrolítico, £ 125 a £ 121.

En Nueva York, a pesar de la limitacion de los precios, el mercado ha carecido de animacion. Las huelgas continúan reduciendo la produccion. El precio de 23½ centavos es nominal i los vendedores tratan de obtener precios bastante mas elevados para las entregas en el año próximo.

ESTAÑO.—Este mercado ha carecido de interes en Lóndres, siendo de anotar solamente la llegada de un barco cargado de estaño de los Estrechos, que ha hecho que el premio que se venia pagando por esta clase de metal disminuya. Se cotiza el *standard* de £ 246.10.0 a £ 246.15.0 al contado i de £ 243 a £ 243.5.0 tres meses.

PLOMO.—En el mercado americano siguen bajando los precios i acercándose al nivel que durante tanto tiempo se han sostenido en aquel pais, lo que viene a justificar la opinion oficial de que los precios actuales eran excesivos. Se cotiza en Nueva York a 7,75 centavos.

En Lóndres continúa cotizándose el plomo español de £ 30.10.0 a £ 29.10.0.

ZINC.—La demanda de este metal es floja, sosteniéndose bien las cotizaciones en Londres. El precio oficial es £ 54 a £ 50. El polvo de zinc, que escasea, se cotiza a £ 85.

PLATA.—Influidos sin duda, por la especulación, los precios de la plata han vuelto a sufrir una considerable baja, cotizándose actualmente en el mercado de Londres a 44½d. por onza de plata *standard*.

NÍQUEL, de 98 a 99 por 100. Para el consumo ingles, de £ 190 a 200. Para la esportacion, £ 225.

PLATINO.—290 s. el nuevo, i 260 s., el viejo, por onza.

ORO.—115 s. a 120 s. por onza.

BISMUTO.—11 chelines por libra.

CADMIO.—7 s. 9 d. por libra.

CROMO.—7 s. 6 d. por libra.

COBALTO.—Precio sujeto a negociacion.

AZOGUE.—£ 25 por frasco.

ANTIMONIO.—Régulo, ingles, £ 85 tonelada.

SELENIO.—15 s. por libra.

TELURO.—85 s. por libra.

LATÓN:

Alambre, 1 s. 2 1/2 d. por libra.

Tubos, 1 s. 3 3/4 d. idem.

Planchas, 1 s. 3 1/8 d. idem.

MINERALES:

Manganeso, de la India, 40 d. por unidad, c. i. f. puertos de Inglaterra.

Grafito (85 por 100) 900 a 950 francos por tonelada, f. o. b. Tamatave (Madagascar).

Molibdenita (90 por 100 MoS₂ mínimo), 105 s. por unidad.

Wolfram (65 por 100 WO₃), 55 s. id.

Scheelita (70 por 100 WO₂), 55 s. idem.

MINERALES EN ESPAÑA (Cartajena).—La *Gaceta Minera*, de Cartajena, de 16 de Octubre, cotiza los precios siguientes:

Minerales de plomo.—Los fundidores de Cartajena continúan pagando las entregas que de minerales de plomo se les hagan durante el corriente

mes de Octubre, de *noventa i dos a noventa i cuatro reales* el quintal de plomo i a *quince i medio reales* la onza de plata con los descuentos de 5 tipos i 5 reales.

	Pesetas.
<i>Minerales de estaño</i> , del 25 por 100, el kilo de metal contenido	3,25
<i>Blenda</i> , del 34 por 100 de zinc, el 30 por 100 en bocamina, los 51 kilos.....	2,25 a 2,75
Por cada tipo que exceda.....	0,25
<i>Piritas</i> , 40 por 100 de hierro i 45 por 100 de azufre.....	13 a 16
<i>Azufre</i> .—Precios de la <i>Franco Española Azufres de Lorca</i> :	
Flor Sublimado 1. ^a los 100 kilos s/ vagon Lorca.....	60,00
Refinado Molido los 100 kilos s/ vagon Lorca.....	58,00
Refinado Terron los 100 kilos s/ vagon Lorca.....	57,00
Refinado Canutillo los 100 kilos s/ vagon Lorca.....	59,00

METALES EN BILBAO.—La casa *Bonifacio López*, i Cía., de Bilbao, cotiza los precios siguientes para aceptacion inmediata (Octubre):

Estaño «Cordero i Bandera» ingles, en lingotes.....	940	pesetas los 100 kilogramos		
Estaño «Cordero i Bandera» ingles, en barras.....	945	—	—	—
Estaño «Straits» en lingotes.....	970	—	—	—
Plomo dulce superior en lingotes marca «La Estrella».....	98	—	—	—
Cobre dulce en barras cuadradas para soldadores.....	580	—	—	—
Cobre «Best Seletec», puro en lingotes.....	...	—	—	—
Metal antifriccion «Magnolia» en lingotillos	390	—	—	—
Metal antifriccion «Babbitt» en lingotillos.	...	—	—	—
Aluminio puro de 98 a 99 por 100 en lingotillos.....	980	—	—	—
Antimonio puro en panes.....	395	—	—	—
Sulfato de cobre ingles de primeras marcas 98 a 99%.....	128	—	—	—

PRECIOS OFICIALES DE LOS METALES EN PARIS.—(Al contado por 100 kilos).

	Francos por 100 Kigs.
Cobre en lingotes i planchas de laminacion, entrega en el Havre o Rouen.....	399

Cobre en cátodos, idem, id.....	399
Estaño de los Estrechos, entrega en el Havre.....	835
Estaño ingles de Cornouailles, id en Paris.....	765
Plomo de diversas procedencias, marcas ordinarias, entrega en Paris.....	139.25
Zinc, buenas marcas, entrega en el Havre o Paris.....	195.50
Zinc, extrapuro, id. id.....	245

 ÚLTIMOS PRECIOS DE LÓNDRES

Telegramas de la Casa *Bonifacio López, Bilbao:*

<i>Cobre.</i> —Cobre standard, al contado.....	£	110.10.0
— Best selected.....		121. 0.0
— Electrolítico.....		123. 0.0
<i>Estaño.</i> —Del Estrecho.....		246. 0.0
— —Ingles, lingotes.....		243. 0.0
— —Ingles, barritas.....		245. 0.0
<i>Plomo</i> español sin plata.....		30. 0.0
<i>Mercurio.</i> —Por frasco.....		25. 0.0
<i>Antimonio.</i> —Régulo.....		85. 0.0
<i>Aluminio.</i>		225. 0.0
<i>Sulfato de cobre.</i> —Ingles.....		66. 0.0



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.—Volumen 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 carbonífera del sur de Chile.....	5.00
<i>Brüggen, Dr. J.</i> —Los carbones del valle lonjitudinal i la zona carbonífera al sur de Curanilahue en la provincia de Arauco.	5.00