

BOLETIN
DE LA
Sociedad Nacional de Minería

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente
Cárlos Besa

Acuña, Guillermo
Aguirre, Cesáreo
Aldunate Solar, Cárlos
Avalos, Cárlos G.
Blanquier, Juan

Braden, Guillermo
Elguin, Lorenzo
Gandarillas, Javier
Ghigliotto Salas, Orlando
Lanas, Cárlos

Vice-Presidente
José Luis Lecaros

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

Secretario

OSVALDO MARTÍNEZ C.

**Crítica de las opiniones sustentadas por el señor Santiago
Marin Vicuña sobre nacionalización de nuestra industria
minera**

220

Mi amigo, don Santiago Marin V., publicó en Junio pasado, en *Las Ultimas Noticias*, un artículo estenso sobre los trabajos que habian emprendido los capitales norte-americanos en Chile, con especial referencia a las instalaciones de Chuquicamata i el Tofo.

Algunos meses mas tarde dió una conferencia en la Universidad sobre este mismo tópicó i, citando un trabajo mio sobre la industria del hierro i los yacimientos de hierro, se manifiesta sorprendido de las consecuencias que saco para el porvenir de nuestra minería, con la expectativa de ver en trabajo los principales depósitos de nuestras provincias del norte, para proveer los mercados estranjeros.

Tanto en el caso de Chuquicamata, como en el del Tofo i en jeneral en todas las explotaciones de minerales hechas por el capital estranjero, el señor Marin ve un mal mui grande para el país, un perjuicio que es necesario evitar en lo sucesivo.

Entre las ideas nuevas que él propone con este objeto, figuran la nacionalización de los depósitos que estén por descubrirse, por el Estado, la creacion del cuerpo de ingenieros de minas e Instituto Jeolójico i la fijacion de un derecho de esportacion para los minerales de hierro i los minerales o barras de cobre.

El propósito principal que se persigue con esta última medida sobre todo, es impedir que la explotación en gran escala de las minas nos dejen en un porvenir próximo, sin estas materias primas necesarias para nuestro ulterior desarrollo industrial.

Hace hincapié especialmente en el hecho que yo mismo cito en mi estudio, de que países como la Suecia han limitado sus exportaciones de minerales i prohibido el denuncio de minas por extranjeros.

Querria referirme a estas ideas desde luego para ir explicando la diverjencia de criterio que tengo con el señor Marin, para apreciar las consecuencias de los hechos enunciados.

Desde luego salta a la vista que el señor Marin i yo juzgamos la cuestion minera en Chile de un modo mui diverso. El se imagina que nuestros recursos minerales son reducidos i que su explotación es materia de pocos años; despues, olvidando que tenemos una poblacion de 3.500,000 almas, que se doblará en cincuenta años a lo mas, presume que podremos llegar a consumir cantidades de metales o artículos manufacturados enteramente fuera de proporcion con el consumo actual de los países industriales. Sólo así se concibe que esté demostrando temor de que nos dejen sin materia prima para nuestra industria del porvenir.

Al referirse a Suecia e interpretar su legislación para oponerla a la nuestra, solamente manifiesta el señor Marin no estar impuesto de las condiciones industriales de aquel país ni de sus relaciones económicas con sus vecinos.

Para dilucidar este punto que tiene cierta importancia en Chile porque estamos siempre dispuestos a imitar sin estudio, haciendo lo que llamaba nuestro gran orador, don Isidoro Errázuriz, «leyes de ropa hecha», conviene tener presente ciertos antecedentes.

Me servirá para ello de los datos reunidos por Helmer Key en su obra «La vida económica de la Suecia».

La Suecia es un país rico en minerales de hierro puro i de alta lei que han servido desde hace tres siglos para proveer la industria siderúrgica de la Suecia, i de otros países de Europa de minerales de calidad escepcional, con los cuales se han forjado las herramientas usuales i las de los talleres, las armas i los blindajes de buques i fortalezas. El resto de su minería es sumamente pobre. En 1910 sólo produjo 302,786 toneladas de hulla de inferior calidad, 3,638 toneladas de minerales de cobre, 2,700 de minerales de plomo arjentífero, 25,445 toneladas de pirita, 49,453 toneladas de minerales de zinc, 5,572 toneladas de minerales de Manganeseo.

El hierro en cambio se explotó en cantidad superior a 5.550,000 de toneladas i las minas i usinas que vivian principalmente de las minas ocupaban 205,000 individuos en conjunto para toda la producción minera, siendo 400,000 las personas que estaban ocupadas en todas las ramas de la industria incluso la minera, pero sin contar la agricultura. Las fábricas que trabajan los metales ocupan ellas solas:

Para las fábricas de aceros i fundiciones.....	23,014	operarios
» los talleres mecánicos.....	22,210	»
» fábricas de artículos de metal.....	4,271	»
» fábricas de aparatos eléctricos.....	3,319	»
TOTAL.....	52,814	operarios

Las esportaciones de la Suecia en artículos derivados de los metales fueron en 1911 segun la estadística oficial:

Minerales en bruto.....	Frs.	95.972,544
» trabajados.....		22.452,463
Metales en bruto o trabajados parcialmente.....		82.004,085
» manufacturados.....		28.488,504
Buques, coches, máquinas, instrumentos, relojes.....		69.663,513
	Frs.	298.581,109

La cantidad de hierro manufacturado en el país asciende a:

Lingote sueco.....	Tons.	593,620
» de alto horno.....		10,319
Hierro pudelado sin batir.....		151,713
Acero Bessemer.....		97,583
» Martin.....		372,451
» de Crisol.....		2,215
» de cementacion.....		212
Hierro en barras.....		431,722

La esportacion de los solos artículos de hierro subió en 1910 a 397,669 toneladas con un valor de 76.124,605. La importacion subió a 150,533 toneladas con un valor de 18.909,937 dando un saldo a favor de 57.214,668.

La produccion de hierro por habitante, para un país que tiene 5.500,000 representa unos 180 kilogramos, mas o ménos.

Estos datos bastan para formarse una idea de la magnitud de la industria de ese país. En impuestos sólo, ella pagó al Estado en 1907 la bonita suma de 128.319,978 francos.

Podríamos extendernos todavía citando los progresos efectuados en la navegacion i en el comercio, en la agricultura, etc., para demostrar que estamos en presencia de un pueblo extraordinario por sus aptitudes para sacar el mayor provecho posible de sus recursos relativamente escasos.

Entre sus inventores de los últimos años se cuenta a de Laval, el que inventó la turbina de vapor i la descremadora; H. Kjellin inventor de un

horno eléctrico para el hierro i acero; Dalen, inventor de un nuevo procedimiento para alumbrar los faros; Egner i Holmstron inventores de los aparatos telefónicos conocidos con el nombre de Ericsson; Grondall que ha ideado el concentrador magnético que lleva su nombre, etc., etc.

Con lo dicho se da por probado que no se trata con respecto a la Suecia de un país nuevo por desarrollar i explorar como es el nuestro, infinitamente mas rico en riquezas extractivas que Suecia.

La riqueza pública de Suecia está avaluada por el autor citado segun encuesta de Flodstrom en 1908 del Ministerio de Hacienda, como sigue:

	Millones de Francos
Agricultura.....	5,389
Pesca.....	78
Bosques.....	2,218
Turberas i landas.....	40
Saltos de agua inexplorados.....	108
Minas i yacimientos.....	720
Propiedades industriales.....	2,660
Vias i comunicaciones.....	1,621
Propiedades públicas.....	805
Otros inmuebles privados i mobiliario.....	7,160
Moneda.....	131
Créditos en el extranjero.....	356
	21,286

Deduciendo de esta suma las deudas contraídas en el extranjero que suman 1,817 millones entre Estado, Comunas i particulares, restarian como total de la fortuna nacional 19,469 millones de francos. Los bienes del Estado i Comunas entran por 3,350 millones. La deuda del Estado en 1908 era de 639.178,634 francos.

Como se ve, una gran parte de estos capitales suecos están invertidos en la industria, que está totalmente en manos suecas. Aun han sobrado capitales para ir a fundar nuevos bancos en el extranjero: la Banque des Pays du Nord, en Paris, con un millon de libras de capital pagado i The British Bank of Northern Commerce Ltd., en Lóndres, con un capital autorizado de dos millones de libras.

Todo esto revela en jeneral prosperidad i un grado intenso de nacionalismo diremos, que equipara la Suecia a los países industriales mas antiguos de Europa.

Si comparamos esta situacion con la nuestra veremos sencillamente que estamos cincuenta años, si no cien, mas atras en nuestro desarrollo industrial i educacional. Pertenece a la categoría de naciones jóvenes,

con grandes riquezas por explotar, que están en estado potencial, pero que necesitan un capital proporcionado a su magnitud para aprovecharse.

Tenemos que empezar por donde han empezado los países como Estados Unidos, Canadá, Australia, la Argentina i el Brasil, es decir, por pedir prestado capitales extranjeros. Si estos capitales vienen a invertirse en obras remunerativas i no de simple ornato i ostentacion, nada debemos temer a tales empréstitos. Las deudas se amortizan i la fortuna chilena acrecentada puede poco a poco ir invirtiendo sus propios capitales de ahorro en sus bonos de Estado u obligaciones industriales, es decir puede ir rescatando sus deudas. Lo grave es hacer inversiones mal ideadas o peor organizadas i dirigidas i seguir endeudándose cada día mas por la ineptitud de las clases dirijentes, hasta convertirse en un país que sólo trabaja para sus banqueros.

Si entre nosotros existe la aspiracion nacional de independizarnos del extranjero por nuestro propio esfuerzo, rivalizando si es posible en la industria i en las artes, nada debemos temer de esta dependencia funesta que deprime el carácter nacional i prepara futuras humillaciones. Pero hai que convenir que esta es una labor larga i paciente que no se decreta con leyes ni reglamentos. No basta para esto un arancel aduanero elevado, ni derechos de esportacion a la materia prima. En el fondo es un problema educacional. Entre nosotros flota una vaga ambicion a este respecto pero las medidas tomadas hasta ahora son deficientes.

Despues de haber considerado a la lijera lo que es el ambiente sueco, desde el punto de vista minero e industrial, debemos ocuparnos con una segunda cuestion no ménos importante a la cual el señor Marin parece atribuir poca significacion. Se trata de la ubicacion jeográfica de aquel país con relacion a los compradores o consumidores de sus artículos i materias primas.

La Suecia tiene una posicion maravillosa respecto de los mercados ingles, frances, belga, holandes, dinamarques, aleman i ruso. Está a unas pocas horas de navegacion de su clientela i remunera los fletes de sus artículos pesados, como el mineral de hierro, con 5 a 6 chelines la tonelada. De este modo ha podido realizar el «tour de force» de tener en su mano todo el comercio de cabotaje i la mitad de la esportacion en manos suecas, en competencia con colosos como Inglaterra i Alemania.

Desde 1880 el tonelaje del comercio exterior pasó de 6.428,335 a 11 millones 901,957 en 1895 i 20.143,350 en 1909. La fuerza económica del país la llevó a estender líneas de navegacion a Estados Unidos i Méjico, Buenos Aires i Rio Janeiro, la China i el Japon, Africa del Sur i Australia. Estas líneas han sido creadas en los últimos diez años gracias al aumento extraordinario de capitales suecos que han podido ganar pingües utilidades en el comercio con vecinos ricos i poderosos.

Consideremos bajo esta faz nuestra situacion i observaremos que no ha podido ser hasta ahora mas desventajosa. Estábamos como se dice vulgarmente en la culata del mundo civilizado, ántes de la apertura del Canal

de Panamá. Formábamos parte, por la distancia, de ese concierto de naciones tropicales cuyo comercio con los países industriales como Gran Bretaña se podía cifrar hace dos años, según un escritor americano, Alleyne Ireland, en 0,66 dollars por habitante del Reino Unido, mientras el comercio con los países de clima templado se elevaba a 23.88 dollars, o sea 36 veces más.

La causa principal de nuestro atraso es nuestro aislamiento i la distancia enorme que nos separa de las grandes potencias.

¿Cómo entonces admitir comparaciones que no están basadas sobre hechos análogos sino en apariencia?

Para hacernos cargo de la política proteccionista sueca en favor de sus minerales de hierro acaso no debemos considerar:

- 1.º La industria siderúrgica antigua creada desde hace tres siglos.
- 2.º Los adelantos de la fundición eléctrica i la posibilidad de aprovechar los saltos de agua suecos en la producción del acero eléctrico.
- 3.º El peligro de que los yacimientos más puros no hubieran ido a parar a manos del extranjero para ir a fabricar armamentos i aceros especiales de gran precio en otros países, sustrayéndolos a la industria nacional.
- 4.º La situación económica i educativa de aquel país que le permite contar con sus propias fuerzas; i
- 5.º La situación geográfica que le permite vender su materia prima en magníficas condiciones habiendo limitado la exportación del mineral para no abatir los precios i realizar una utilidad que pasa de 4 i 6 coronas por tonelada.

Esta última consideración es tan exacta que basta notar el hecho que vamos a relatar para comprender todo su alcance. Tan luego como el Gobierno sueco tuvo conocimiento de que existían en Chile i Brasil otros yacimientos de hierro que podrán, no diremos hacer competencia a los suyos en los mercados alemanes de Westfalia, sino más bien sustituirlos, se apresuró a hacer aprobar una ley en 1913 que autorizaba la explotación de 31 millones de toneladas suplementarias de las minas de Laponia, además de las contempladas en el contrato de 1907. Este dato que lo tomamos del ingeniero Nicou (Anales de Minas de Francia, 7.ª entrega de 1914,) significa según este distinguido profesional «que estos 31 millones de toneladas es el tonelaje que se ha estimado que podrá ser fácilmente absorbido, sin abatimiento de los precios por el solo distrito de Westfalia, contando con el desarrollo normal de su producción de lingote hasta 1912».

Tenemos, pues, claramente manifestado el espíritu i el objetivo de la ley que limitó las exportaciones de los minerales de excepcional calidad de la Suecia. El Gobierno quiso con esto proteger la industria nacional, las compañías suecas propietarias de las minas, i se protegió a sí mismo, puesto que el Estado era dueño de los ferrocarriles i de una planta eléctrica para el transporte de los minerales i explotación de las minas, en todo lo cual ha gastado unos 5 millones de libras esterlinas.

Estas limitaciones no han perjudicado por lo demás a las sociedades

dueñas de las minas si nos atenemos al valor que se les atribuía en 1885 por el profesor Fahlbeck, estimándolas en 59.740,000 francos, siendo que valen hoy, según la cotización de las acciones en la Bolsa de Estocolmo, 900.569,880 francos, para el grupo principal de minas de la Compañía Grangesberg-Oxelösund, cuyo capital fué en un principio de 105.084,000 francos.

El Estado sueco por haber intervenido en las concesiones de las minas de Laponia se reservó una parte en la sociedad, pero construyó por su cuenta los ferrocarriles i planteles enunciados de manera que favoreció el desarrollo de estos negocios, que han pasado a ser tan importantes con la evolución de las compañías mineras i metalúrgicas de Westfalia.

Hasta aquí, como se ve, todo esto obedece a una política económica i comercial fundada en hechos tan positivos como el caso del impuesto a nuestro salitre, al cual consideramos ántes como un monopolio del Estado de Chile.

Pero de aquí a pretender que nosotros adoptemos una política semejante a la sueca respecto del hierro que tenemos en nuestros yacimientos, a 4,500 i 7,000 millas respectivamente de los grandes centros de consumo, con fletes de 11 a 15 chelines por lo ménos, es sencillamente un despropósito. I es un absurdo mayor estar haciendo propaganda en el sentido de que estamos amenazados de que se lleven todas nuestras riquezas así como por arte de encantamiento, para dejarnos, como quien dice, en cueros.

Bastará en efecto remitirse a las cifras i a los hechos.

Si se trata de reservar para el futuro una existencia de minerales suficiente para nuestras necesidades los cálculos son mui sencillos. Hoy consumimos unas 200,000 toneladas de hierro i acero en bruto i artículos manufacturados o sea 60 kilogramos por año i por habitante. En medio siglo mas es posible que consumamos el doble o sea 120 kilogramos, andando con el siglo i con los progresos de la industria. En la hipótesis que nosotros pudiéramos fabricar estos aceros con nuestros minerales se necesitarían a razón de 1,700 kilogramos, por la tonelada de lingote, 680,000 toneladas al año de minerales. Mientras tanto es casi seguro que nuestras reservas conocidas en el día de hoy pasan de 700 a 800 millones de toneladas. ¿Qué peligro hai pues, si vemos que se esportan doscientos millones de toneladas en 20 o 25 años? Sería esto, poner una cifra mui alta para nuestras esportaciones probables, ya que la España no ha podido esportar mas de los 180 millones en 30 años a un mercado que estaba a un paso, como es el mercado inglés, i puesto que de Suecia se permitirá esportar 142 millones hasta 1832, a sus mercados que están aun mas próximos que los de España.

¿En qué proporción vendrían a disminuir estas esportaciones nuestra capacidad productora para el futuro? En nada seguramente. Algunas personas podrían pensar que no basta reservar aquí el fierro para nuestro consumo interno sino que podríamos pensar tambien en esportarlo manufacturado. Este es un pensamiento que no puede ser acogido por ahora, porque

nuestras condiciones industriales no son favorables para luchar con las naciones mas favorecidas desde este punto de vista.

Tenemos el ejemplo de varias naciones que se abastecen a sí mismas pero no pueden competir en los mercados extranjeros con los grandes países fundidores. La España, el Canadá, están en este caso. En un mismo país, también vemos que la región del sur de Estados Unidos tan favorecida por sus recursos de mineral i combustible no puede competir con el comercio de exportación de la región del norte.

Por lo tanto, mirando para cincuenta años mas tarde, no es exacto que nuestros minerales puedan agotarse.

El objeto de cobrar un derecho de exportación elevado para impedir un daño imaginario no tiene razón de ser.

Considerando ahora un impuesto que podríamos llamar de fomento para la minería, es menester tomar en cuenta la situación geográfica desventajosa que ocupamos con relación a los otros países exportadores de minerales. También hai que pensar en que el Estado no va a ayudar a estas empresas sino que les cobra derechos por el uso de sus vías férreas, como en el caso del Algarrobo, por ejemplo, i derechos de puerto, de muelle, de piso para los embarques, etc. De tal manera que las empresas menores no podrán desarrollarse por muchos años si se piensa en otra cosa que en un mero derecho estadístico. Además, conviene recordar que sólo la empresa del Tofo va a gozar de las franquicias i privilegios excepcionales que la lei acordó a los Altos Hornos de Corral i que por la calidad de sus minerales i poco flete ningún otro exportador podrá competir con ella.

Lo que esta Sociedad pudiera pagar como impuesto de exportación por las ganancias que va a realizar no resulta una norma que sea aplicable a los demás.

Un derecho prohibitivo para la mayoría no haría sino acelerar las exportaciones del Tofo favoreciendo indirectamente a la Compañía de Corral, que tan buenos recuerdos nos ha dejado, amortizándole mas rápidamente el capital enterrado en Corral.

Debemos también tener presente que la industria de la concentración de minerales pobres de hierro ha hecho progresos extraordinarios en los últimos años. Se concentran magnetitas suecas, noruegas i minerales americanos, como por ejemplo los de la firma Hanan en el Lago Superior.

En cuanto a las magnetitas de los estados del noreste americano, Nueva York, Pennsylvania, New Jersey, el geólogo Eckel nos dice en su obra *Iron Ores*, página 263, lo siguiente: «Podemos asumir, sin probabilidades serias de error, que en la actualidad podrían transformarse tres a cuatrocientos millones de toneladas de concentrados comerciales, de los depósitos de magnetita que están explorados i reconocidos en el noreste de Estados Unidos. Es probable que por lo ménos un tonelaje igual pudiera obtenerse de yacimientos que se sabe que existen pero no todavía suficientemente reconocidos para garantizar una cubicación aproximada. Todo esto es mine-

ral que podría extraerse, molerse, concentrarse i venderse con provecho bajo las condiciones que hoi existen».

Este hecho fundamental deberá guiarnos para apreciar las posibilidades de competencia que encontrarán nuestros minerales en otros mercados i el peligro de matar esta industria ántes de nacer.

Nuestro Gobierno ha presentado entretanto un proyecto de contribuciones e impuestos al Congreso en que figuran los minerales de hierro con un derecho de \$ 0.20 de 18 peniques por tonelada. Esta idea no puede haber nacido del estudio ilustrado de esta cuestion; es como muchas de las ideas incubadas en las esferas de gobierno, fruto del estudio superficial de alguna comision de aficionados. Demostracion para probar lo razonable del propósito no hai, no puede haber.

Basta al respecto referirse a lo que ocurre en España, pais esportador de minerales, donde existe un derecho de esportacion, de 0.20 pesetas por tonelada. Los españoles esportan minerales desde hace mas de 30 años i el Gobierno español ha construido un magnífico puerto en Bilbao para abaratar los embarques de minerales hasta conseguir reducirlos a 0.50 pesetas por tonelada. Esta idea es pues, eminentemente de fomento para la industria minera española, puesto que lo que quita con una mano, lo da con la otra. Miéntas tanto el propietario de las minas de Vizcaya o Santander, recibe como regalía de las Compañías inglesas, alemanas, holandesas, etc., que esplotan las minas, entre una peseta i una peseta veinticinco por cada tonelada. Así, pues, el derecho de esportacion es $\frac{1}{5}$ o $\frac{1}{6}$ de la utilidad del minero español.

¿Qué vemos ahora en Chile? La mina mejor que teníamos, por la calidad de sus minerales, el Tofo, está arrendada a una Compañía norteamericana que paga 0.50 de franco por tonelada esportada mas una suma variable con la esportacion total que puede oscilar entre 15 i 30 céntimos, i pensamos en poner un derecho que llegaria a 0.375 de franco o sea al 75% de la utilidad del dueño de las minas, considerando la cantidad fija, que seria el máximum que se pagaria para otras minas. Vamos, pues, directamente a la prohibicion de las esportaciones, o al monopolio de un esportador.

Por otra parte las esportaciones de minerales de hierro nos van a poner en contacto diario con Europa i Estados Unidos. Las grandes compañías necesitarán cargar un vapor todos los dias o dia por medio. Estar así en comunicacion diaria con los grandes centros de negocios no se estima, segun parece, como un beneficio inmenso para todas las relaciones comerciales. Esto para muchas personas, que viven no sólo aisladas del resto del mundo por los negocios, sino hasta por las ideas, no es de estrañar. Pero para el que estudia estas cosas con miras de estadista o de economista tiene este hecho una estraordinaria significacion.

Forma esto parte de esa multitud de efectos que no se ven, pero que reaccionan favorablemente en las relaciones entre los paises. Para mí la salida del aislamiento en que se encuentra mi patria, la encuentro como el

mayor de los bienes que puede recibir. Nuestra evolucion ha sido lenta como en el Estremo Oriente por la distancia a los centros civilizados. Hoi vemos la posibilidad de suprimir esta enorme desventaja aprovechando la materia prima que la naturaleza ha puesto en nuestro suelo, i los adelantos en la navegacion i los trasportes. ¿Vamos a aprovechar la ocasion o vamos a hacer política «boxer»?

En cuanto a la idea propuesta por el señor Marin de reservar para el Estado algunos depósitos que puedan constituir para el porvenir una riqueza fiscal, debo declarar que ella es mui razonable, pero es ya antigua. La propuso al Senado el honorable don Cárlos Aldunate Solar en 1911, cuando se supo por primera vez que podía pensarse en esportar minerales del Tofo. Su proyecto sufrió una modificacion sustancial en el Senado porque se le suprimieron los fondos para realizar las exploraciones i cubicaciones que la operacion requería. Pasado el proyecto a la Cámara de Diputados, tuve el honor, en la Comision de Industria, de hacer indicacion para restablecer este artículo indispensable, i recuerdo que redacté el informe que suscribió la Comision. El proyecto duerme el sueño de los justos i ni siquiera se puso en discusion.

Refiriéndome ahora a la historia quejumbrosa, enternecedora casi, que el señor Marin hace de Chuquicamata, debo empezar por observar que ha silenciado un hecho importante al cual ha atribuido poca impórtancia.

Se trata de un cerro de cobre que ha estado durante 20 años o mas ofrecido al mejor postor. Han pasado los ingleses, los franceses, los alemanes, por delante i no se han interesado hasta que llega el espíritu americano, con su indomable enerjía, su voluntad de triunfar de las dificultades, su orijinalidad indiscutible en el dominio de los inventos i, despues de mas de un año de laboriosas i pacientes investigaciones, hace un descubrimiento. Se descubre el modo de hacer práctico el procedimiento de lexivacion para tratar las masas enormes de material pobre, implantándolo en Chile por primera vez en el mundo.

¿Puede llamarle a alguién la atencion que una Compañía que adquiere una patente de privilejio se haga mil veces millonaria? Para esto es preciso vivir fuera del mundo industrial. ¿Acaso Edison, Westinghouse, Bell, Bessemer, Auer, etc., no han ganado lejítimamente millones con sus inventos, i acaso la humanidad entera no se descubre respetuosa ante ellos llamándolos sus benefactores?

El sistema de lexivacion en grande escala es lo que va a trasformar la minería de cobre del porvenir i su influencia en Chile puede ser colosal. La instalacion desde luego de un plantel que produce 10,000 toneladas de ácido sulfúrico al año es un progreso para el país, mañana puede tomar proporciones mucho mayores i ser el punto de partida de nuestra industria química.

Esto por lo que hace a la parte histórica de la esposicion de mi amigo el señor Marin. En cuanto a su opinion de que estas empresas no nos dejan

nada estoi tambien en completo desacuerdo con él. Donde existía un abominable desierto hai ahora una agrupacion de veinticinco mil almas nos dice él. Luego habrá una comuna allí que tendrá sus entradas pagadas por la misma Empresa, etc.

¿Ha tenido la oportunidad el señor Marin de preguntarles a los obreros si las condiciones en que trabajan son buenas o malas, si son mejores o peores que aquellas en que se encontraban trabajando poco ántes? Porque este es otro punto de cierta importancia para mí al entrar a apreciar qué bienes pueden derivarse de la explotacion de nuestro suelo minero por las empresas extranjeras. ¿Ha visitado las habitaciones, ha inspeccionado los alimentos que consumen allí nuestros trabajadores, conoce algo de los jornales i sueldos que se pagan en aquella faena?

Yo no estoi preparado para contestar estos puntos sino que los presumo, por la lectura de informes como el publicado últimamente por el Director de Obras Públicas. Pero conozco todo lo que ocurre en el mineral del Teniente al respecto, trabajado por otra compañía norte-americana, i puedo decirle que salvo los accidentes desgraciados que allí han ocurrido, nuestro trabajador se encuentra trabajando allí en mejores condiciones que en cualquiera otra faena. Sí, pues, se les preguntara su opinion, espresarían la verdad diciendo que estas compañías junto con realizar grandes utilidades en el porvenir se esfuerzan por remunerarlos mejor i darles un trato superior al de las faenas nacionales.

Tenemos, pues, de este modo, dentro de nuestro pais, una doble escuela: vemos lo que el capital, la voluntad, la preparacion técnica, pueden realizar en los flancos de nuestras montañas, desde el punto de vista de las utilidades en pesos i centavos, i podemos medir tambien el progreso que proporcionan a nuestras clases trabajadoras moral i materialmente. No digo que estas empresas vengan a Chile a hacer obra filantrópica ni altruista, pero sé que vienen de un pais donde las relaciones entre patrones i obreros son mui diferentes a las nuestras. Sé que el agricultor se queja de que estas compañías le arrebatan el peon que se contenta con una olla de frejoles en la hacienda, i no los mira con buen ojo, pero el precio de los artículos sube tambien en los contornos del mineral i de los fundos i hai cierta compensacion.

No es la grito de unos pocos propietarios lo que nos importa en estas materias, se trata del bienestar jeneral de los obreros i éste va en aumento. Por ésto se lucha en todos los paises i ésto es lo que constituye el fondo de la cuestion social. Sólo aquí no hacemos caso de estas pequeñeces...

Propone por fin, el señor Marin, como remedio para nacionalizar la industria minera i procurar que sus utilidades queden dentro del pais crear el Cuerpo de Ingenieros de Minas.

Hace ocho años que personalmente he estado empeñado en esta tarea. Junto con otros colegas del Directorio de la Sociedad de Minería, preparamos desde esa fecha un proyecto para crear el Instituto Jeológico, del cual se habla desde el año 1890 cuando quiso realizarlo el jeólogo M. Nogues,

ñ el Cuerpo de Ingenieros de Minas. Igualmente como complemento de esta idea elaboramos un plan de reforma i reorganizacion de las Escuelas Prácticas de Minería.

Cuando fui Ministro de Industria tuve el honor de presentar un Mensaje al Congreso con el proyecto de la Sociedad de Minería. La Comision de Industria lo aceptó pero el Gobierno mas tarde nada hizo por hacer aprobar este proyecto.

En cuanto a la reforma de las escuelas obtuve del Congreso la aprobacion de los presupuestos que se iban a adoptar a los nuevos planes de estudio, pero desgraciadamente mas tarde, otro Ministro de Industria, no aprobó los planes de estudio elaborados por la Sociedad de Minería i nuevamente quedó todo en nada.

Aun mas, se cerró la Escuela Práctica de Santiago en vez de reorganizarse i de dotarse de un edificio adecuado. El Gobierno pensó probablemente, en ese momento, que habia llegado la hora de enterrar a nuestra minería...

Estos son, contados a la lijera, los vaivenes que han sufrido muchas de las ideas de mi propio amigo señor Marin. Esto es lo que me hacia decirle que no teníamos Gobierno...

Estamos de acuerdo en algunas ideas fundamentales, como por ejemplo, que debemos ocuparnos en formar el personal para trabajar nuestras minas, pues de este modo prepararemos el futuro campo de inversiones de los ahorros de los chilenos i podremos aspirar a rivalizar con las faenas extranjeras de quienes tenemos mucho que aprender.

Estamos en absoluto desacuerdo respecto de ciertos procedimientos que él aconseja, como ser el cobro de impuestos que tuvimos ya en tiempos pasados i que se abolieron para reemplazarlos por la patente. Nos cita sobre esto el caso reciente del Perú. Pero una vez mas, creo que ha andado desgraciado el patrocinante de la política nacionalista, al escojer este ejemplo. Mas acertado habria andado recomendándonos el estudio de la antigua lejislacion boliviana que gravaba las sociedades mineras segun sus utilidades. Esto es lo mismo que recomiendan los mineros de otros paises que han estudiado a fondo esta cuestion. Así, por ejemplo, Heath Steele, en un artículo publicado en el *Engineering & Mining Journal* de Nueva York, el 29 de Agosto de 1914, i traducido para el BOLETIN de la Sociedad de Minería (Agosto 1914) llega finalmente a una conclusion análoga. Tratándose de una industria fundamental imposible de someterse a una tasacion exacta como las demas, porque no se puede avaluar una mina correctamente hasta que no se ha trabajado i explotado, lo que para uno constituye un gravámen razonable para otro constituye una carga injusta. Tal es la diferencia de condiciones de la produccion que si se aprobara un proyecto como el presentado por el Ejecutivo al Congreso ocurriria lo que pasó con el impuesto al salitre. No tomándose entónces en cuenta las diferentes condiciones de produccion i de trabajo en Taltal i Aguas Blancas, con relacion a Tarapacá,

se dió un golpe de muerte a los salitreros chilenos que despues de inmensos esfuerzos se habian radicado en aquellas desoladas rejiones. ¡A esta injusticia irritante conducen las medidas descabelladas, propuestas sin estudio!

Hoi se exige del Gobierno i de los Poderes Públicos mas estudio, mas cordura.

Se dice que el ferrocarril lonjitudinal atraviesa una zona desierta i que sólo las minas pueden con sus recursos contribuir a pagar los intereses del gran capital invertido. Replicaré a eso que en primer lugar esta via se construyó con un propósito estratéjico i político, que hace ahorrar mucho dinero a la nacion disminuyendo las unidades de la marina de guerra necesarias, i disminuyendo las fuerzas de tierra que deben estar concentradas en la zona norte. En seguida, todos los que hemos abogado por este ferrocarril hemos pensado que no podria exigirsele inmediatamente que se costeara. Venida la guerra europea cuando se terminó su construccion, es natural que pasen algunos años sin que se palpen los resultados. Pero en cambio es evidente que son los capitales europeos o norte-americanos invertidos en las empresas mineras del norte, los que pueden darle alguna vida i si empezamos por ahuyentarlos, gravando la produccion minera, hacemos el peor de los cálculos.

La idea de poner una contribucion a las grandes empresas mineras extranjeras por el hecho sólo de ser extranjeras, indica un concepto mui poco claro de nuestra situacion financiera. Se ha parado mientes en las utilidades del Teniente i de Chuquicamata, donde existen cerros de materia prima inaprovechable, si no se ponen en juego cientos de millones i una competencia técnica que nosotros no tenemos por ahora, sin querer comprender que vale mas que éstos cerros se trabajen que queden estériles.

Esto es inconveniente para nuestro desenvolvimiento económico e industrial. En cuanto pára la minería esto es matar la gallina de los huevos de oro, como decia hace poco el abogado don Javier Díaz Lira en sus artículos publicados en *El Mercurio*, con gran acopio de datos. Como lo hacia notar el señor Díaz hai una contradiccion manifiesta en el afan de hacer un llamamiento a los capitales extranjeros, en hacer lo que se llama la propaganda a favor de Chile en el resto del mundo, si cuando vienen por fin aquí estos capitales, despues de años de espera, se les recibe con una lei que los grava fuertemente *antes de haber repartido utilidades*.

Nos parece elemental que la frase «demos confianza a los capitalistas extranjeros», que son nuestros acreedores, sea traducida por hechos prácticos o tanjibles que manifiesten nuestra sinceridad para proceder de este modo. Aquí no pueden existir sutilezas diplomáticas ni reservas mentales. Es preciso ser francos i claros.

En mi concepto, necesitamos atraer el capital extranjero principalmente a nuestras minas, que es la industria mas difícil, pues tiene riesgos que las demas no tienen i que exige mas cuantiosas inversiones.

Me imagino que el señor Marin ha quedado estupefacto con el hecho

de que los extranjeros puedan sacar tantos millones de Chile de nuestras minas, porque las cuentas son mui fáciles i mui claras. Las empresas americanas acostumbran dar todos los datos de sus ganancias con estremada minuciosidad.

Pero ha pensado ¿cuánto se llevan de Chile las firmas extranjeras que hacen nuestro comercio de importacion que pasa de 700 millones de pesos de 9 peniques i que está casi en su totalidad en sus manos?

¿I en cuánto queda en esas mismas en la industria manufacturera que vende por 654 millones al año, cuando una tercera parte de los capitales invertidos pertenecen tambien a firmas extranjeras?

¿I en el ramo de los trasportes marítimos que representan un total de fletes de cinco millones de libras esterlinas, sin contar el cabotaje?

Todas estas ganancias del extranjero en los países jóvenes son inevitables. Ocurren miéntras dura la primera o segunda etapa de su evolucion.

De hecho estamos asociados a todas estas empresas indirectamente: el agricultor, el comerciante, el industrial, el minero chileno viven en estrecha interdependencia con el extranjero que viene a desarrollar su actividad en nuestro país.

Reconocemos que no es lo mismo que las ganancias de estos últimos se saquen del país i se inviertan en Europa o Estados Unidos, o que se dejen para incrementar los negocios i desarrollar a Chile i debemos esforzarnos para ir ganando terreno día a día en esta participacion.

Si reflexionamos un momento veremos que una vez que se ha producido una corriente de capitales que ha encontrado remuneracion lucrativa aquí, esta corriente pequeña en un principio, va constantemente en aumento, a pesar de las fortunas que muchos se llevan a su tierra de oríjen: este desplazamiento de capitales no nos empobrece por consiguiente.

Si tomamos, por ejemplo, la industria salitrera, que ha necesitado bastantes capitales ingleses, vemos que no ha cesado durante un largo número de años de atraer a los mismos círculos de capitalistas que han hecho su fortuna en este ramo, miéntras tanto apénas otras nacionalidades se han interesado en esta industria i nosotros hemos tenido repetidos fracasos, salvo honrosas escepciones.

Pero como para el conjunto de estas actividades nuestros capitales nacionales resultan a todas luces insuficientes, lo que nos conviene es abrirles la puerta a los de afuera para que conozcan i hagan conocer a nuestro país en el hemisferio norte.

Esta que fué la política que siguieron los padres de la patria despues de darnos independencia, es la que fué mas tarde enseñada en las escuelas económicas en nombre del libre cambio, o si se quiere del *laissez faire*, que hoy está en bancarrota, porque no se podia entónces hacer otra cosa. Las naciones europeas han podido reaccionar en este sentido las unas mas que otras, desde hace medio siglo gracias a muchas cosas de que nosotros carecemos: gran poblacion, capitales acumulados desde antiguo, cultura educa-

cional avanzada en las clases obreras, situacion jeográfica ventajosa con relacion a vecinos ricos i poderosos. Hoi se pretende que nosotros entremos de lleno en este movimiento que se titula «nacionalista» sin preparacion alguna. No tenemos ni vias de comunicacion, ni puertos, ni capitales, ni instruccion técnica suficiente i pretendemos hacer lo de la rana en presencia del buci.

De acuerdo en principio con este sano ideal: que debemos trabajar por independizarnos poco a poco de los artículos importados que pueden fabricarse en Chile con relativa facilidad, porque esto contribuye, entre otras cosas, a mejorar la condicion de las clases trabajadoras, que ganan un salario mas elevado en la industria i adquieren una instruccion superior a la del simple campesino, es que admito una proteccion moderada a nuestras fábricas; mas moderada por cierto que la que rije en la actualidad, porque, a decir verdad, hoi por hoi, la agricultura o la minería se encuentran de hecho gravadas con un impuesto elevadísimo que viene a favorecer a nuestras fábricas encareciendo notablemente la produccion de esas ramas de la industria. Nuestro distinguido colega del Instituto, don Francisco Rivas Vicuña, en su interesante opúsculo «La Política Nacional», estima en 25% el recargo del precio de los artículos indispensables que debemos importar, para proteger las industrias nacionales i en otro tanto el encarecimiento de los artículos nacionales cuyo precio aumenta paralelamente. Estoy enteramente de acuerdo con él a este respecto, eso sí que miéntras él estima que debemos suprimir los derechos de la aduana que han permitido instalar algunas industrias en el pais, yo sólo soi partidario de hacer una revision del arancel para moderar este recargo i permitir que todas las ramas de nuestra actividad económica se desarrollen paralelamente.

El mayor consumo de productos alimenticios i manufacturados nacionales, solamente por las empresas mineras, representa una suma considerable que equivale por lo que toca a la zona salitrera, a tener una poblacion doble o triple de la que vive allí, por su poder de consumo. Si a esto se agrega lo que queda en mano de la compañía de vapores nacional, por fletes, resulta enteramente inexacta la afirmacion de que estas explotaciones de nuestro sub-suelo por compañías extranjeras no nos dejan mas que los hoyos.

Los que han conocido en su comienzo las poblaciones del norte, Iquique, Tocopilla, Antofagasta, Taltal, i ven cómo crece hoi en día allí el valor de los terrenos i de la propiedad en jeneral, no podrán engañarse a este respecto, si argumentan de buena fé.

No creo que sea benéfico ni patriótico ocultar estos hechos i azuzar a la opinion pública, de suyo tan poco ilustrada en estas materias, para hacer la guerra abierta o encubiertamente al capital i al esfuerzo extranjeros.

Hai todavía personas que van mas léjos, que afirman que tenemos suficientes capitales para desarrollar nuestras industrias, que tenemos los hombres, que contamos con todo. Solo nos falta un detalle, lo llamaremos organizacion, para darle un nombre.

I bien desgraciadamente esto no es así. Nos faltan materiales hasta para los cimientos del edificio. Es preciso luchar todavía penosamente por espacio de veinticinco o treinta años, mientras acumulamos algunos capitales nacionales i mejoramos nuestro crédito dando mayor confianza al extranjero, que seguirá siendo nuestro banquero.

Esto no necesita demostrarse, está demostrado con los hechos. Basta que el interes corriente sea de 10% desde hace años para que esto evidencie la falta de capitales chilenos. Basta el fracaso en grande de los negocios del período del resurjimiento, ocurrido hace sólo pocos años, en que se consumieron doscientos cincuenta a trescientos millones de pesos, para comprender que no tenemos una clase de hombres dirijentes en el ramo de los negocios i de las industrias mineras capaces de dar confianza al público. Basta por último contemplar los numerosos postulantes que se presentan a solicitar todos los empleos fiscales vacantes o por crear, para comprender que esta es una de las mas positivas industrias nacionales. Nuestras escuelas producen funcionarios por falta de capitales en el pais.

Despues de la guerra tendremos con seguridad ménos ofertas de capitales extranjeros que ántes. Por lo tanto debemos esforzarnos por favorecer su llegada en lo posible sin poner entorpecimientos. Buscar el progreso material sin el ausilio del capital es como pretender hallar el movimiento perpétuo.

Ademas deberemos ocuparnos con la reorganizacion de todos nuestros servicios públicos para hacerlos mas eficientes.

El señor Rivas Vicuña, en su obra citada, nos dice que la ejecucion de cinco de los puertos proyectados equivaldrán a 25 millones de pesos, de 18 peniques al año, de economías que tendrán los consumidores de este pais. Es urjente por lo tanto efectuar el empréstito de cerca de £ 4.000,000 que esto requiere. Otro tanto puede decirse del dinero que necesitan los ferrocarriles del Estado cuyo monto no es menor. I así vemos que para mejorar nuestra situacion actual es preciso hacer venir los millones del extranjero a manos llenas, lo que sólo conseguiremos dando a conocer nuestro pais i sus riquezas.

Si empezamos por la escuela primaria con la instruccion obligatoria, seguimos con la enseñanza técnica, en escuelas de continuacion, profesionales i superiores, si reformamos nuestro sistema monetario i nuestra lei de bancos, si completamos nuestras obras portuarias i ferroviarias, si creamos el Instituto Jeológico i el Cuerpo de Injenieros de Minas, si administramos bien nuestra hacienda pública i manejamos bien la industria salitrea, si desarrollamos la marina mercante, etc., iniciaremos la nueva era de una intensa actividad industrial nacional que vendrá mas tarde.

Todos los chilenos deseamos que ella llegue. Diferimos en los medios propuestos para alcanzarla. Yo ateniéndome a la evolucion que he visto producirse en muchos paises, no creo sino en una trasformacion lenta, querida pacientemente por los pueblos i facilitada por los gobiernos ilustrados.

Digámosle esto al pueblo, manifestémosle que nuestras riquezas mineras no se van a agotar porque se fundan diez empresas como el Teniente o Chuquicamata i habremos hecho obra de progreso i obra de verdad.

Sé que es mas fácil reunir adhesiones para un movimiento de opinion haciendo un llamamiento a los sentimientos de antipatía que existen en el pais para el obrero i el capital extranjeros, principalmente en nuestras clases poco cultas, recubriéndolo con el manto del patriotismo, que buscar el camino mas largo del raciocinio i de la informacion. Miéntas subsista, sin embargo, el espíritu de estudiar las cosas a medias, no podremos tomar las mejores medidas para preparar el porvenir.

No son estas empresas extranjeras que trabajan nuestras minas i nuestras salitreras las que nos han orijinado la situacion de depresion de nuestros cambios internacionales, son otros muchos factores combinados los que han obrado para que tengamos un cambio de 8 a 9 peniques, a pesar de los discursos de ciertos demagogos mui conocidos en nuestra tierra.

No olvidemos que si pretendemos ser un pueblo industrial, para aprovechar nuestras inmensas fuerzas hidráulicas i nuestras materias primas minerales inagotables, no nos bastará con fabricar artículos para nosotros mismos solamente, pues tenemos mui poca poblacion o sea pocos consumidores, sino que tendremos que practicar el intercambio de productos, con otros paises, de otro modo no tendremos mercado i quedaremos en la estagnacion.

Supongo que si la palabra pan-americanismo significa algo, querrá decir que haremos lo posible por desarrollar los negocios entre los paises de América, junto con el cultivo, de las buenas relaciones de amistad i la aspiracion hácia un ideal comun.

Pretender que tan luego como acaba de perforarse el Canal de Panamá, que nos va a acercar al primer mercado de capitales en este momento que es Nueva York, dejándonos a menor distancia que lo que Buenos Aires queda de Europa, se puede pensar en poner trabas al impulso del comercio con Estados Unidos, es tan insensato i absurdo como construir ferrocarriles trasandinos sin querer entenderse con el vecino respecto de un tratado de comercio.

Es de suponer que si vamos a completar nuestras obras portuarias es precisamente para fomentar este comercio con las demas naciones del orbe.

La idea de que este intercambio es o puede ser perjudicial es un error que hasta los chinos han repudiado, i eso que esta gran nacion se ha bastado a sí misma durante siglos i creado una civilizacion propia de bastante mérito. Además cuenta con un mercado interior colosal.

Para esplicarme la impopularidad creciente de la influencia de los capitales extranjeros en Chile no he tenido tampoco que hacer un gran esfuerzo. Lo he encontrado en causas justificadas. Desde luego tenemos que al amparo de una lejislacion anticuada, que, entre nosotros, se llama lei

de policía de los ferrocarriles particulares, se han construido muchas líneas de compañías extranjeras, con toda clase de trochas, en el norte principalmente, que han creído que se encontraban en un país conquistado, que han hecho caso omiso de las autoridades locales i aun del respeto que se debe al Gobierno de Chile cuando éste se ha propuesto defender los intereses de las industrias chilenas. Tuve ocasion de palpar esto mui de cerca cuando estuve al frente del Ministerio de Industria i Obras Públicas. La falta de continuidad de nuestra política, la rotacion ministerial, etc., dan ocasion a estas empresas extranjeras para burlar los propósitos en favor de los intereses chilenos, antagónicos a veces con los de los accionistas que ellos representan i que son defendidos por los jefes que ellas tienen a sueldo.

Otro caso es el de las compañías que han traído capitales para invertirlos en ferrocarriles o en industrias con garantía del Gobierno de Chile. En ámbos casos ha habido tal cúmulo de dificultades, de errores, de incompetencia, que la opinion pública ha dicho ¡uf!

Pero estas cosas tienen remedio: debemos vivir en el siglo XX, reformar nuestras leyes añejas, rodear de mayor prestigio nuestro Gobierno, que éste a su vez se asesore con elementos bien pagados i preparados para estudiar las cuestiones difíciles que se presenten tal como ocurre en otros países nuevos mejor organizados. Por puro patriotismo, sin remuneracion alguna no se puede concebir que el Gobierno esté llamando a prestar servicios a los hombres mas preparados del país de una manera normal i permanente. Si esto es admisible en casos escepcionales, no resulta aceptable para la práctica diaria.

Todos debemos comprender que a medida que el país crece i avanza todos los servicios se complican i exigen mas preparacion. No podríamos ahora vivir con los especialistas que consultaba nuestro Gobierno cincuenta años atras. En el hecho, es evidente que no estamos a la altura que la resolucion de muchos problemas complejos exige. Nos hemos quedado rezagados.

Naturalmente que todo esto no tiene que ver sino indirectamente con la verdadera influencia del capital extranjero en un país. Sepamos defendernos de estos males corrigiendo lo malo, pero no vamos mas allá viendo en ellos una amenaza para nuestro progreso, bienestar e independencia. Abrigar estos temores seria peor que confesar que no tenemos Gobierno. Equivaldria nada ménos que a conservar perpétuamente este desgraciado estado de cosas, cerrando los oídos hasta para la crítica extranjera.

De intento no he tocado un último remedio propuesto por el señor Marin para nacionalizar nuestra industria minera, o sea organizar con accionistas chilenos i extranjeros residentes en el país una compañía beneficiadora de minerales, o una empresa de Altos Hornos, facultando al Estado para que suscriba hasta el 50% de sus acciones.

Creo que esta participacion del Estado en estas materias seria prematura. Creo que por ahora tiene que atender a muchos problemas capitales que seria preferible resolver préviamente. Si fuéramos en este sentido a imitar lo que

han hecho otras naciones como Prusia o Suecia, con sus administraciones de Estado, caeríamos en el mismo error que denunciaba en un principio. Habríamos implantado aquí un sistema para el cual no estábamos preparados todavía i no daría resultados, no porque fuera malo, sino porque era prematuro.

La industria del hierro i el acero, sin embargo, por contribuir a la defensa nacional, podría ser materia de una ayuda directa del Estado bajo forma de primas o de garantía del capital invertido despues de un detenido estudio, en vista de estas grandes empresas extranjeras que van a esportar minerales i que constituyen un hecho nuevo.

Habria preferido discutir estas materias con el señor Marin en el próximo Congreso Minero, pero ya que me ha escrito que no forma parte de él, me creo obligado a contestarle en nuestro BOLETIN donde se ha reproducido su conferencia (número de Julio, Agosto i Setiembre).

JAVIER GANDARILLAS MATTA.

NOTA.—Al final de su conferencia el señor Marin publica una carta que le dirijí despues de su primer artículo, en la cual por error tipográfico se dice: «En la Arjentina hai 6,700 millas de ferrocarriles de capital ingles», debiendo decirse segun el orijinal: «En la Arjentina hai 6,700 millones de francos de capital ingles, etc.»



SECCION INFORMATIVA

220

Société des Mines de Cuivre de Catémou (*)

La Société des Mines de Cuivre de Catémou fué organizada en el año 1899 con un capital de 5.000.000 de francos.

La Sociedad posee numerosos asientos mineros situados en la importante formacion de pórfidos estratificados que constituyen una gran parte de los cerros de la provincia de Aconcagua.

Estos asientos mineros pueden clasificarse en tres secciones principales:

- 1.º El del valle de Catemu, departamento de Putaendo, cuyos minerales son beneficiados en la fundicion de La Poza.
- 2.º El del Melon, departamento de Quillota, cuyos minerales son beneficiados, sea en la fundicion del Melon sea en la de Chagres.
- 3.º El de Caracoles, situado en la Rinconada de Los Andes, departa-

(*) Memoria presentada para ilustrar el muestrario destinado a la exhibicion de productos que se verificará conjuntamente con el Congreso Chileno de Minas i Metalurjia. Los planos i fotografias se exhibirán en esa ocasion.

mento de Los Andes, cuyos minerales son beneficiados en la fundicion de Chagres. (Ver plano núm. 1 anexo).

REJION DE CATEMU

Desde la estacion de Chagres (Ramal de Llai-Llai a Los Andes) un buen camino carretero que corre por el valle de Catemu, conduce despues de un trayecto de 11 kilómetros que se recorre en mas o ménos una hora de coche, a la hacienda de la Sociedad, conocida bajo el nombre de «Hacienda El Ñilhue». Esta mide 6,000 (seis mil) cuabras de las cuales 180 (ciento ochenta) son regadas.

A la entrada del Fundo, se encuentra el centro Administrativo de la Sociedad, llamado «El Ñilhue». (Ver fotografía núm. 1).

Cinco kilómetros mas adentro del valle, se halla la fundicion de La Poza, construida al pié del cerro de Los Mantos i en el sur del valle de La Poza que forma la continuacion del valle de Catemu.

Las principales minas que alimentan esta fundicion, son las siguientes:

- a) Los Mantos.
- b) La Union i La Poza.
- c) El Salado.
- d) Minas varias.

La situacion respectiva de estas minas i de la fundicion de La Poza, está indicada en el plano número 2 anexo.

MINA «LOS MANTOS»

El cerro de Los Mantos está formado por series de capas sucesivas de rocas volcánicas de naturaleza porfírica sobre las cuales descansan los mantos cupríferos, cubiertos por una capa de laja betuminosa.

La composicion de estos mantos es en su mayor parte de piroxena i feldespato cementados por carbonato de cal.

Los mantos están atravesados por diques eruptivos i vetas que han sido probablemente los conductos por los cuales ha venido la mineralizacion de los mantos. A menudo las vetas están ellas mismas mineralizadas a una alta lei de cobre.

Estos mantos cuya direccion es N. S. con inclinacion al Este, están reconocidos sobre una estension de varios kilómetros en las propiedades de la Sociedad, que deslindan con la hacienda de «Los Anjeles».

En vista de la proporcion de cal (18%) que contiene el manto, el mineral de Los Mantos es suave para la fundicion, lo que permite beneficiarlo hasta una lei baja, por fundicion directa.

(Ver muestras núms. 3 i 4 de mineral de Los Mantos).

El arranque del mineral se hace a mano. Los reconocimientos son hechos sea a mano sea por medio de la perforacion electro-neumática.

Los sondajes son hechos con sondas «Davis-Calyx», que dan resultados satisfactorios.

En los últimos años, la produccion de la mina ha variado entre 25,000 a 30,000 toneladas anuales. Se baja el mineral a la fundicion de La Poza por un andarivel de sistema Bleichert de 1,580 metros de largo, siendo la diferencia de nivel de 566 metros.

MINAS DE LA UNION

Estas minas se encuentran en el valle de La Poza i a 3 kilómetros al N. E. de la fundicion, sobre el faldeo Oeste del cerro Chorro Negro.

El cerro está compuesto por rocas andesíticas entre las cuales están intercalados mantos de rocas metamórficas con capas de laja betuminosa.

Estos mantos están atravesados por tres grupos de vetas con buena lei de cobre, que han sido mui explotadas antiguamente i que han dado nacimiento a las minas «La Vieja», «San José» i «Restauradora»: al atravesar los mantos, la mineralizacion de las vetas se ha estendido sobre las cajas, formando los yacimientos importantes que se explotan hoi día.

La mineralizacion consiste principalmente en calcopirita, con poca bornita i a veces cobre plateado. Los mantos contienen una proporcion bastante elevada de cal (23%) i por sus cualidades fundentes, son un material mui interesante para la fundicion de La Poza. (Ver muestra núm. 5).

La produccion de este grupo es de mas o ménos 12,000 toneladas anuales. Se baja el mineral a la fundicion de La Poza, por medio de una línea Decauville.

MINA DE FLUJO «LA POZA»

La destinacion de esta mina, es de proveer la fundicion de La Poza de flujo calcáreo i sulfuroso.

Está formada por un manto de piedra de cal de 40 metros de espesor situado cerca de la cumbre del cerro de La Poza. Una veta de pirita con poca lei de plata atraviesa el manto.

Se baja el flujo al nivel del valle, por un andarivel i desde ese punto se empalma al Decauville Union-Fundicion.

MINA «EL SALADO»

Esta mina se encuentra en el cerro del mismo nombre, a mitad de camino entre la fundicion de Chagres i la de La Poza.

Una serie de capas de pórfidos estratificados han sido mineralizadas por el pasaje de cruceros dando lugar a la formacion de un yacimiento interesante de minerales de bronces i de color. (Ver las muestras núms. 7 i 8)

Los minerales producidos por esta mina son duros para la fundicion i por consiguiente deben ser pallaqueados a una buena lei de cobre.

Se está estudiando la instalacion de un establecimiento de concentracion para poder aprovechar tambien los minerales de baja lei.

La produccion de la mina es de mas o ménos 3,000 a 4,000 toneladas al año, que se trasportan por carretas hasta la fundicion de La Poza.

MINAS VARIAS

Fuera de los grupos precitados, la Sociedad posee en la rejion de Catemu, un gran número de minas de menor importancia formadas, algunas por mantos, otras por vetas, que son trabajadas en menor escala.

FUNDICION DE LA POZA

(Vistas núms. 2, 3, 4 i 5)

Esta fundicion fué construida para beneficiar todos los minerales explotados en la rejion de Catemu i para convertir los ejes producidos por la de Melon. En la actualidad hace tambien la conversion de los ejes producidos por la fundicion de Chagres i la de otros ejes que se pueden comprar.

El establecimiento cuenta con dos hornos «Water Jacket» de capacidad de 100 toneladas al dia cada uno i con un taller de conversion.

La produccion de cobre en barra del año 1914 ha sido de 3,573 toneladas métricas.

La fundicion de Catemu se caracteriza por la cantidad relativamente importante de alúmina contenida por las escorias formadas.

El coke empleado actualmente proviene de Escocia. La proporcion necesaria es de mas o ménos 12% sobre la carga.

La conversion se hace en convertidores revestidos con ladrillos de magnesita.

El viento necesario a la fundicion, se obtiene por medio de ventiladores

Greene. El viento para la conversion es suministrado por una compresora a vapor Riedler.

Una máquina Corliss de 150 caballos da la fuerza suficiente para dos alternadores que surten de electricidad los talleres, la fundicion, las minas, etc., etc.

Se emplea carbon nacional de la Compañía de Lota i Coronel, con buenos resultados.

Durante los meses lluviosos, se emplea fuerza hidráulica; una rueda Pelton aprovecha las aguas que bajan de los cerros por la quebrada de La Poza.

Las barras de cobre que provienen de las minas de Catemu, tienen la siguiente composicion:

Cu.....	99.3
Pb.....	0.05
Fe.....	0.08
S.....	0.39
Insl.....	0.02

Plata, 1,000 a 1,300 gramos por tonelada.

Oro, 1½ gramo por tonelada.

(Ver muestra núm. 1 de cobre en barra; ver muestra núm. 2 de eje en barra).

ASIENTO DEL MELON

Las minas que la Sociedad posee en El Melon, están situadas a 10 kilómetros de la Estacion del Melon, en el cerro de los Tres Picos. (Vista núm. 6).

Series alternativas de rocas volcánicas i metamórficas han sido atravesadas por vetas i cruceros que han dado lugar a una mineralizacion importante.

La mina principal explotada actualmente se denomina «El Soldado»

Los minerales de ese grupo han sido beneficiados anteriormente en la fundicion instalada al pié de la mina en El Melon (Vista núm. 7) pero ahora el mineral realizado se manda a la fundicion de Chagres.

(Ver muestras núms. 9 i 10).

Fuera del mineral llamado de fundicion, esta mina contiene grandes reservas de mineral de baja lei (3%) que se presta a la concentracion por el procedimiento de flotacion.

Está actualmente en estudio una instalacion preliminar de ensaye con capacidad para 100 toneladas diarias de mineral.

ASIENTO DE CARACOLAS

Estas minas se encuentran situadas en la Rinconada de Los Andes, a mas o ménos 10 kil6metros tanto de la estacion de San Felipe como de la de Curimon.

Aquí se presenta una mineralizacion de cobre plateado en una roca porfírica. (Ver muestra núm. 6).

La explotacion alcanza actualmente a mas o ménos 700 a 800 toneladas al mes, de mineral de fundicion que es beneficiado en el establecimiento de Chagres, donde llega por ferrocarril despues de haber sido bajado a las estaciones de San Felipe o de Curimon por medio de carretas.

ESTABLECIMIENTO DE FUNDICION DE CHAGRES

(Vista núm. 8)

Esta fundicion está situada al lado norte de la estacion de Chagres, en el terreno que posee la Sociedad, entre la línea del ferrocarril del Estado i el rio Aconcagua.

Un desvío de 300 metros, la pone directamente en comunicacion con la estacion precitada.

La instalacion de esa fundicion, fué iniciada en 1913, con el objeto principal de fundir allí los minerales del grupo de Caracoles, que pertenecen a la Sociedad i los minerales de baja lei que abundan en la rejion i que hasta ahora no habian podido ser explotados por no tener colocacion.

Estos minerales de baja lei, para poder ser beneficiados, no tienen que ser gravados con gastos crecidos de movilizacion; así, se imponia por lo tanto la instalacion de una fundicion moderna situada al lado del ferrocarril.

Al principio se instaló un Water Jacket de una capacidad de 50 toneladas diarias, poco tiempo despues se le agregaba un horno capaz de fundir 100 toneladas diarias i actualmente se está substituyendo al horno de 50 toneladas uno de 150 toneladas.

Tambien está por terminarse la instalacion de un taller de conversion básica, para poder convertir allí mismo los ejes que se están produciendo.

Actualmente la produccion media mensual de ejes en la fundicion de Chagres, alcanza a 250 toneladas.

A las instalaciones ya citadas, se agregará en poco tiempo mas, un horno de reverbero para el tratamiento de llamos, concentrados, etc., etc.

Tambien si se hace necesario, se agregará una instalacion de concentracion.

Hasta la fecha los ejes producidos en Chagres tienen que ser llevados al establecimiento de conversión de La Poza, pero una vez completamente instalado el taller de Chagres, todos los ejes producidos por los hornos de la Sociedad, así como los que se comprenden en la región, serán convertidos en Chagres.

Ahí se convertirán también a barra los concentrados que se podrán producir más tarde en El Melon, El Salado o que se podrán encontrar en la región.

La energía necesaria a esta fundición, se produce: parte hidráulicamente i parte por vapor.

Están terminados los estudios de un proyecto destinado a dotar el establecimiento de una fuerza hidráulica de 400 caballos, que se obtendrá aprovechando el desnivel de las aguas del río Aconcagua a su paso por los terrenos de la Sociedad.

La producción de cobre de la Société des Mines de Cuivre de Catémou, desde su origen, ha sido la siguiente:

Año	1899.....	79 toneladas métricas		
»	1900.....	667	»	»
»	1901.....	352	»	»
»	1902.....	929	»	»
»	1903.....	1,349	»	»
»	1904.....	1,905	»	»
»	1905.....	2,413	»	»
»	1906.....	1,937	»	»
»	1907.....	1,909	»	»
»	1908.....	1,843	»	»
»	1909.....	1,854	»	»
»	1910.....	2,229	»	»
»	1911.....	2,111	»	»
»	1912.....	3,032	»	»
»	1913.....	2,650	»	»
»	1914.....	3,573	»	»



Química Práctica de las fundiciones de Cobre

PRIMER CASO

Fundicion de minerales oxidados

La economía de las fundiciones reside en el conocimiento exacto de las reacciones que los minerales sufren en el horno al ser fundidos, reacciones que producen cambios i alteraciones en su composicion dando lugar a la formacion de productos de todos conocidos llamados ejes i escorias.

La presentacion de las operaciones de oxidacion, reduccion i combinacion bajo fórmulas químicas es de poco valor para los fundidores prácticos i aun para estudiantes cuyos conocimientos no tienen base sólida o un desarrollo adecuado i progresivo.

La experiencia que como profesor del ramo he adquirido me induce a creer que se hace necesaria la presentacion de estas reacciones químicas bajo una faz diferente para que ellas así sean asimiladas por los prácticos i por los estudiantes que han adquirido en uno o dos años conocimientos de química sin el debido desarrollo i que prematuramente se encuentran frente a problemas cuyas bases residen primordialmente en la comprension exacta de esta ciencia.

Las fundiciones de cobre tienen por base la separacion del cobre o sus compuestos que los minerales contienen de la ganga que forma jeneralmente la masa de mineral o mena.

Esta separacion es enteramente mecánica i se efectúa liquidando o fundiendo el mineral de manera que el cobre i sus compuestos, de mayor peso específico que la ganga, se depositan en el fondo del crisol u horno mientras que esta última reside o se deposita sobre el cobre o sus compuestos.

La parte química de la fundicion se deriva de varias causas a saber:

1.º De las propiedades que ciertos cuerpos, constituyentes de mineral, desarrollen a la temperatura o temperaturas que se efectúa la operacion; así, por ejemplo, la sílice constituyente del mineral, actúa a altas temperaturas como un fuerte ácido que busca ansiosa combinacion con bases; encontrando entre los constituyentes del mineral varias como la cal, alúmina, óxido de fierro, etc., con las cuales se combina formando una escoria la que químicamente se denomina silicato de cal, alúmina i óxido de fierro.

2.º De las materias estrañas a las que constituye el mineral i que se agregan a la fundicion, como fundentes para que ellas, mezclándose con los constituyentes del mineral bajen la temperatura de fusion o hagan, en otras palabras, mas fusible la carga; así por ejemplo: al fundir minerales mui

silíceos o cuarzosos, se hace necesario la adición de cal, fierro u otra base que tome, que neutralice esa cantidad de sílice que está en exceso sobre lo que la práctica, la experiencia o el estudio nos ha enseñado se debe fijar como máximo.

Estas materias reaccionan al fundirse neutralizándose unas a otras en la forma espuesta anteriormente i las reacciones se pueden clasificar como reacciones de combinacion.

3.º De las reacciones que los sulfuros metálicos sufren al ponerse en contacto con los óxidos de estos mismos metales, así por ejemplo: los óxidos de cobre i fierro reaccionan sobre los sulfuros de los mismos metales; reaccion que resulta en la oxidacion del azufre i en la reduccion del metal a su grado inferior de oxidacion o a su estado metálico.

4.º De la reduccion que se efectúa sobre ciertos compuestos metálicos, oxidados debido a la presencia del carbono incandescente o bien de gases de óxido de carbono que reducen esos óxidos metálicos i ellos se transforman en compuestos de carbon aun mas oxidados.

5.º De la oxidacion que produce el oxígeno del aire que existe o se inyecta al horno, oxidacion que transforma al carbono del combustible en óxidos carbonosos i carbónicos i que transforma a los sulfuros metálicos en óxidos metálicos i ácido sulfuroso i a los metales mismos en óxidos.

6.º De otras reacciones sin importancia que pueden producirse en mui pequeña escala tales como las reacciones que se desarrollan sobre las pequeñas cantidades de arsénico, antimonio, etc., existentes en los minerales que se benefician.

Para facilitar aun mas la comprension de estas reacciones i para dejar establecida una base que permita clasificar los sistemas de fundicion en práctica debemos principiar por conocer i estudiar la composicion de los minerales de cobre.

Todo mineral de cobre se le considera pertenecer a una de las dos siguientes clasificaciones:

- a) Minerales oxidados.
- b) » sulfurados.

En los minerales oxidados el cobre i jeneralmente los metales que lo acompañan vienen en combinacion con el oxígeno; pertenecen a esta clasificacion las especies siguientes:

Cuprita, óxido de cobre Cu_2O .

Melaconita, óxido de cobre CuO .

Atacamita, oxiclorigo de cobre, $3\text{CuO} \cdot \text{HO} + \text{CuCl} \cdot \text{HO}$.

Malaquita carbonato de cobre $\text{H}_2\text{Cu}_2\text{CO}_5$.

Azurita, carbonato de cobre $\text{H}_2\text{Cu}_3\text{C}_2\text{O}_8$.

Diaptasa, silicato de cobre $\text{Cu} \cdot \text{SiO}_3$.

Crisocola, silicato de cobre $\text{Cu} \cdot \text{SiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Chalcantina, sulfato de cobre $\text{H}_{10}\text{CuSO}_9$.

Brochantita, sub-sulfato de cobre $\text{H}_6\text{Cu}_4\text{SO}_{10}$.

En los minerales sulfurados de cobre i los metales que lo acompañan vienen en combinacion directa con el S; pertenecen a esta clasificacion:

Chalcosita, sulfuro de cobre Cu_2S .

Covelina, sulfuro de cobre CuS .

Chalcopirita o bronce amarillo CuFeS_2 .

Phillipsita o bornita o bronce morado $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_2\text{S}_3$ i las Piritas de Fierro i otros minerales sulfurados con lei de cobre, como ser:

Pirita Amarilla FeS_2 .

Marcasita o Pirita Blanca FeS_2 .

Pyrrotita o Pirita magnética Fe_6S_7 .

Enarjita, cobre gris arsenical $\text{Cu}_3\text{As}_4\text{S}_4$.

Tetraedrita, cobre gris antimonial $3\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$.

El mineral no contiene únicamente estos compuestos mineralójicos sino que jeneralmente, estos últimos vienen distribuidos en proporciones variables en la matriz o ganga del mineral. Para evitar confusiones llamaremos parte metálica a los compuestos metálicos ya detallados i denominaremos parte térrea del mineral a la ganga o matriz que jeneralmente se puede componer, de uno, de varios o de todos los minerales que en seguida se detallan:

- I. Sílice o cuarzo, SiO_2 .
- II. Cal, CaO .
- III. Carbonato de Cal, CaCO_3 .
- IV. Alúmina, Al_2O_3 .
- V. Magnesia, MgO .
- VI. Sesquióxido de fierro, Fe_2O_3 .
- VII. Barita, BaO .
- VIII. Oxido de Manganeso MnO .
- IX. Sulfato de Barita, BaSO_4 .
- X. Potasa, K_2O .
- XI. Soda, Na_2O .

Siendo entre todos ellos los mas importantes los siete primeros. Todos estos minerales vienen en jeneral químicamente combinados formando silicatos i carbonatos de Cal, Alúmina, Magnesia, Fierro i raramente sulfatos (tal cual la barita). A veces vienen por separado o uno o dos de ellos forman la ganga del mineral; pero lo mas comun es que ellos forman entre sí las combinaciones que hemos indicado.

Conocida la naturaleza del mineral desearíamos detallar por separado las reacciones que cada mineral sufre al ser fundido o liquidado por medio del calor en diferentes atmósferas, sin embargo las proporciones reducidas

que queremos darle a este trabajo nos obligan a considerar este tópico bajo un punto de vista enteramente diferente.

Tomaremos un caso complicado de un mineral oxidado; uno por ejemplo, cuyo análisis sea el siguiente:

Sílice.....	40%
Fierro.....	15
Cobre.....	10
Cal.....	8
Alúmina.....	7
Magnesia.....	8

i cuya constitucion mineralógica sea:

Oxido de Cobre.

Carbonato de Cobre.

Silicato de Cobre.

Sesquióxido de Fierro.

Carbonato de Cal.

Silicato de Fierro, Alúmina, Magnesia i Cal.

En este caso cuya composicion mineralógica detallamos vamos a estudiar los cambios que pueden sufrir estos compuestos si los sometemos a la accion del calor a una temperatura tal que produzca su fundicion o licuefaccion.

Como cambio físico, a medida que aumenta la temperatura, se puede constatar la pérdida de la humedad o agua en forma de vapor, que por cualquier motivo contenga o pueda contener el mineral; en seguida a los 800° centígrados se efectúa otro cambio físico o sea la pérdida del ácido carbónico del carbonato de cal que se desintegra en dos compuestos; cal u óxido de calcio (Ca O) que es un compuesto sólido i ácido carbónico (CO₂) que es un gas i por consiguiente se escapa.

Aumentando aun mas la temperatura los cuerpos principian a fundirse i desarrollan propiedades que no tienen a las temperaturas normales; estas propiedades residen en una lei jeneral o sea la union o combinacion de las materias ácidas con las básicas. La Sílice (Si O₂) es en jeneral, el único constituyente ácido de los minerales i se combinará entónces con los óxidos, tales como el de calcio, el de cobre, etc., formando silicatos de cal, cobre, etc., ademas de los ya existentes en la ganga del mineral. El carbonato de cobre en presencia de la sílice, a semejanza del carbonato de cal, se desintegrará formando *ácido carbónico* (CO₂) i óxido de cobre (Cu O) que a su vez se unirá con la sílice. El sesquióxido de fierro permanecerá probablemente inalterable (Fe₂ O₃) fundiéndose i mezclándose mecánicamente con los compuestos enumerados, formando el todo una masa líquida que la denominaremos silicato múltiple i que, jeneral i a veces erróneamente, denominamos silicatos de cal, fierro, alúmina i magnesia.

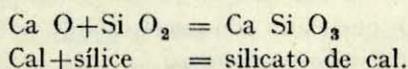
Digo erróneamente porque para que esto sea efectivo, debe existir una equivalencia entre la sílice i los compuestos de este silicato. Ellos no se unen caprichosamente i en todas proporciones sino que en ciertas proporciones definidas i siempre en relacion directa de sus pesos atómicos.

¿Qué es lo que se entiende por union en relacion directa de pesos atómicos? Vamos a explicar el significado de esta union insertando primero la tabla de pesos atómicos internacionales.

PESOS ATÓMICOS

Hidrógeno.....	H.....	1	Estaño.....	Sn.....	118
Carbon.....	C.....	12	Antimonio.....	Sb.....	120
Nitrógeno.....	N.....	14	Yodo.....	I.....	127
Oxígeno.....	O.....	16	Bario.....	Ba.....	137
Sodio.....	Na	23	Manganeso.....	Mn.....	55
Magnesio.....	Mg.....	24	Fierro.....	Fe.....	56
Aluminio.....	Al.....	25	Niquel.....	Ni.....	58.5
Silicio.....	Si.....	28	Cobalto.....	Co.....	59
Fósforo.....	P.....	31	Cobre.....	Cu.....	63.6
Azufre.....	S.....	32	Zinc.....	Zn.....	65
Potasio.....	K.....	39	Platino.....	Pt.....	195
Cloro.....	Cl.....	35.5	Oro.....	Au.....	197
Calcio.....	Ca.....	40	Mercurio.....	Hg.....	200
Arsénico.....	As.....	75	Plomo.....	Pb.....	207
Plata.....	Ag.....	108			

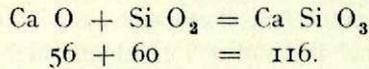
La sílice dijimos se unia con la cal formando un silicato de cal, esta reaccion es química i se escribe como sigue:



Si escribimos debajo de esta ecuacion química, los pesos atómicos correspondientes tendremos:

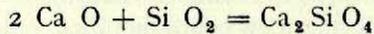
Peso atómico del calcio (Ca).....	=	40
» » del oxígeno (O).....	=	16
» molecular de la Cal (Ca O).....	=	56

Peso atómico del Silicio (Si).....	=	28
» » de dos de Oxígeno (O ₂).....	= 16 × 2	= 32
» molecular de la Sílice (Si O ₂).....	=	60

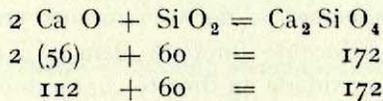


Esto quiere decir que 56 unidades de peso (llámese kilogramos, libras, toneladas, etc.) de cal se combinan con 60 unidades de sílice de la misma naturaleza para formar 116 de silicato de cal. Sin embargo, en el lenguaje vulgar esa ecuacion se espresa diciendo que la sílice está combinada con la cal en la proporcion de uno a uno.

Dijimos anteriormente que la sílice se combinaba con las bases en ciertas proporciones definidas i siempre en relacion con sus pesos *atómicos*; esto tambien puede fácilmente esplicarse con otra combinacion de sílice con cal que en lenguaje vulgar se dice dos de cal por uno de sílice.



i que tambien se lleva a efecto de acuerdo con los pesos *atómicos*; así la ecuacion quedaria escrita en la siguiente forma:



que quiere decir que para formar este otro silicato, la cal guarda con la sílice la relacion de 112 de cal por 60 de sílice o reduciendo a la unidad 1.86 de cal se combina con uno de sílice.

Así como existen estas dos proporciones de uniones entre la sílice i la cal, existen tambien muchas otras, como mas adelante veremos, i cada proporcion da lugar a un compuesto diferente i cada proporcion se lleva a efecto tambien en relacion directa con los pesos atómicos.

Todo lo que se ha dicho con respecto a la cal se estiende a las demas bases u óxidos metálicos que se unen con la sílice.

Volvemos ahora a nuestro ejemplo de fundicion, del cual nos desviamos sólo para dar a conocer que debía existir entre la sílice i las bases u óxidos con que ella se une una equivalencia; equivalencia que reside en proporciones, que estén de acuerdo con los pesos atómicos de los componentes; pues, caso contrario de no existir, habrá un exceso de sílice o de base u óxido metálico que se fundirá i se mezclará con el silicato múltiple en su forma simple de base o de sílice, dando lugar a inconvenientes que mas tarde discutiremos.

Asumiremos para facilitar la simplicidad de nuestro ejemplo que esta equivalencia existe en el caso en cuestion i que por lo consiguiente el silicato múltiple que resulta es verdaderamente un silicato de cal alúmina magnesia cobre i fierro.

Hemos fundido un mineral de 10% de cobre i si ensayamos el producto que resulta en nuestra fundicion tendrá una lei que no será superior a 11%. No tendrá una lei mayor porq ue hemos sólo eliminado, entre los constitu-

yentes del mineral, pequeñas cantidades de ácido carbónico que estaban combinadas con la cal i el cobre i tambien la humedad i el agua que e mineral contenia. Hemos, por consiguiente, efectuado un trabajo estéril puesto que no hemos separado el cobre i sus compuestos de la ganga que los contenia. Esta separacion no se ha efectuado porque el óxido de cobre (Cu O) se ha combinado con la sílice i se ha mezclado como componente integrante del silicato múltiple. Para efectuar la operacion necesitamos destruir esa combinacion de cobre con sílice o evitarla i darle al cobre una forma en la cual tenga un peso específico mayor que el silicato múltiple a fin de hacer la separacion por gravedad.

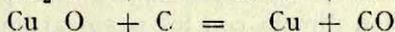
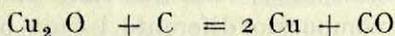
El primer remedio que se nos ocurre, el mas directo talvez, es agregar un agente reductente que produzca una atmósfera reductora en el medio ambiente en que se efectúa la fundicion. Este agente reductente robará al cobre su oxígeno i lo transformará en cobre metálico, cobre que no se unirá con la sílice i que por otra parte tiene un peso mucho mayor que el silicato múltiple.

El agente reductente de uso universal en operaciones de fundicion es sin duda el carbono que forma parte del combustible.

De estas consideraciones se deriva entónces un sistema de fundicion denominado sistema reductente (método aleman) i que consiste en fundir el mineral en su forma oxidada en directo contacto con el combustible a fin de que el carbono de este último actúe como reductente o reductor de los óxidos de cobre que resulten de la descomposicion de los carbonatos, sulfatos i silicatos.

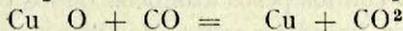
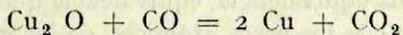
Las reacciones en química se espresan de la siguiente manera:

Oxido de cobre + carbon = cobre metálico + óxido de carbon.



o bien el óxido de carbono que es un gas actúa como reductente i entónces las reacciones son las siguientes:

Oxido de cobre mas óxido de carbon = cobre mas ácido carbónico.



La base de este procedimiento reside por lo consiguiente en la produccion de cobre metálico de los minerales oxidados de cobre; su uso en la industria es actualmente nulo aunque puede a veces i ha sido puesto en práctica con resultados mui satisfactorios. La gran existencia de minerales de cobre de «Arizona» fué reducida a cobre metálico por este sistema i no cabe duda que en nuestro pais en rejiones escasas de minerales sulfurados este procedimiento puede ser utilizado con mui buenos resultados.

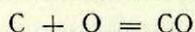
El aparato en que se verifica la fundicion consiste en un horno vertical de soplete conocido con el nombre de horno de chaqueta de agua, en cuales-

quiera de las formas o dimensiones que se construya, aunque como mas adelante se verá es conveniente introducirle ciertas reformas para asegurar la marcha constante de la fundicion.

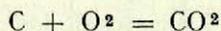
Se hace necesario producir en el horno una atmósfera reducente, lo que fácilmente se consigue usando mas combustible que aquel que el viento que se introduce al horno puede buenamente quemar. Esplicaremos esto con mas detencion recurriendo a las reacciones que se producen entre el combustible que existe en el horno i el oxígeno del aire que se introduce.

En la zona de las toberas del horno, o foco de actividad, el combustible que se ha agregado al pique del horno está en un estado incandescente i no se ha quemado por no existir aire en la parte superior del horno; al introducir el viento se producen las siguientes reacciones:

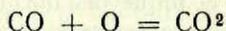
I. Carbon + oxígeno = óxido de carbono.



II. Carbon + dos oxígeno = ácido carbónico.



III. Oxido de carbono + oxígeno = ácido carbónico.



Por lo consiguiente, si existe un exceso de aire, tanto el carbono como el óxido de carbono se trasformarán en ácido carbónico que no es un ajente reducente o reductor i no habrá dentro del horno reduccion de óxido de cobre a cobre metálico. Si el aire se disminuye o si se introduce mas carbon resultará que parte del carbono incandescente no tendrá oxígeno para trasformarse a óxido de carbon i el óxido de carbono carecerá tambien de este elemento para trasformarse en ácido carbónico. En este caso, estos compuestos carbonosos i este carbon incandescente usan a los óxidos de cobre como fuentes de oxígeno tal cual se esplicó en las operaciones de reduccion anterior.

Antes de pasar mas adelante, debo advertir que el combustible usado en estos hornos debe tener tres propiedades, a saber: gran cantidad de carbon fijo; pequeña cantidad de ceniza, i consistencia para soportar la carga. Combustible que contenga materias volátiles no sirve para hornos de esta naturaleza, porque dichas materias se destilan i no se aprovechan como fuente de calor puesto que no se queman en el horno. Hai dos clases de combustibles que pueden ser utilizables, uno es natural i se denomina antracita i el otro artificial (producto de la destilacion de la hulla) i se denomina coke.

Hablando en términos jenerales, una carga de fundicion no debe usar

mas de 12% de su peso en combustible; así que para producir una atmósfera reductente, el consumo del combustible debe ser superior a 12% i creo que un buen término medio es de 15 a 16% sobre el peso bruto de la carga.

Esto es, repito, en términos jenerales puesto que, como mas adelante podremos comprobarlo, a veces es necesario un mayor consumo.

Esplicadas estas reacciones i condiciones del sistema de fundicion reductente, vamos ahora a entrar de lleno a la fundicion del mineral que nos pusimos como ejemplo.

El análisis de él dijimos era:

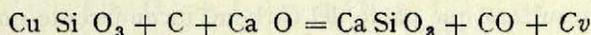
Sílice.....	=	40%
Fierro.....	=	10
Cobre.....	=	15
Cal.....	=	8
Alúmina.....	=	7
Magnesia.....	=	8

Examinando este mineral llegamos a la conclusion, de que se componia de óxidos, carbonatos i silicatos de los componentes del mineral.

Con los conocimientos que ya tenemos es fácil imaginarse lo que sucederá en el horno i ello se puede sucintamente describir de la siguiente manera:

Al bajar el mineral en el pique del horno se producirá la evaporacion de la humedad i agua, despues la desintegracion de los carbonatos con produccion de gas o ácido carbónico.

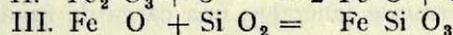
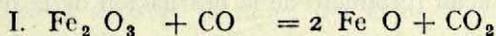
Al llegar al foco de actividad del horno, el silicato de cobre, en presencia del carbon incandescente i de bases como la cal, se trasformará en cobre metálico i silicato de cal.



Silicato de cobre + carbon + cal = silicato de cal + óxido de carbon + cobre.

Los óxidos de cobre existentes en el mineral se trasforman en esta misma zona en cobre metálico de acuerdo con las reacciones esplicadas. El cobre metálico producido penetrará la masa del mineral fundido i se depositará en la parte baja del crisol o ante-crisol del horno; miéntras que la sílice reaccionará sobre las otras bases, uniéndose con ellas formando el silicato múltiple de que hemos hablado i denominado escoria.

El sesquióxido de fierro reaccionará sobre el óxido de carbon o sobre el carbon, produciendo ácido carbónico i óxido ferroso, el que a su vez se unirá con la sílice formando silicato de óxido ferroso.



Dijimos que para que estas combinaciones de silicatos se formaran debia existir una equivalencia entre las bases i la sílice, equivalencia que resulta en proporciones de base con sílice en relacion con sus pesos atómicos. Para averiguar esto debemos conocer la relacion que existe entre los componentes de nuestro mineral i conocer en seguida las relaciones que la experiencia i, el estudio nos aconseja mantener para así adoptar las que nuestro criterio i la economía de la fundicion nos indique ser la mas ventajosa para el caso en cuestion.

Principiamos por inspeccionar los componentes del mineral tomando por base una carga de 1,000 kilogramos.

CARGA DE FUNDICION

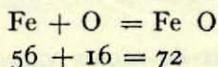
	Peso en		Sílice		Fierro		Cal		Alúmina		Magnesia		Cobre	
	kilgrs	%	kilgrs	%	kilgrs	%	kilgrs	%	kilgrs	%	kilgrs	%	kilgrs	%
Mineral oxidado	1 000	40	400	15	150	8	80	7	70	8	80	10	100	

Cantidad de sílice.....	400	kgrs.
Cantidad de bases.....	422.80	»
Cal Ca O.....	80	»
Alúmina Al ₂ O ₃	70	»
Magnesia Mg O.....	80	»
Oxido de Fierro Fe O.....	192.8	»

Explicaremos primero cómo obtuvimos los 192.8 kilogramos de óxido ferroso.

En la carga tenemos 150 kilogramos de fierro pero ellos están en forma de sesquióxido de fierro i que segun vimos se reducía a óxido ferroso (Fe O) se hace pues necesario determinar cuántos kilogramos de óxido ferroso corresponden a 150 kilogramos de fierro.

La respuesta la obtendremos en la equivalencia atómica del fierro i del óxido ferroso que nos dice:



que 56 unidades de peso de fierro equivalen a 72 de óxido ferroso; así es que una simple proporcion nos resuelve el caso en cuestion.

Si 56 kilogramos de hierro equivalen a 72 de óxido ferroso 150 de hierro ¿a cuántos de óxido ferroso equivalen?

$$56 : 72 :: 150 : X$$

$$X = \frac{72 \times 150}{56} = 192.8$$

En práctica se acostumbra a multiplicar el hierro por el factor 1.29 para obtener el óxido ferroso; 1.29 indica la relacion que existe entre el peso atómico del hierro i el del óxido ferroso.

Entraremos ahora de lleno a analizar si existe la equivalencia de que se ha hablado entre las sílice i las bases que forman los constituyentes i para ello debemos primero posesionarnos de lo que a este respecto nos dice el estudio de la metalurgia al tratar de la formacion de los silicatos.

Las escorias provenientes de todas las fundiciones de cobre son consideradas (i hasta cierto punto verdaderamente son) silicatos múltiples de hierro, cal, alúmina, magnesia, barita, etc. La sílice puede existir en ellos en varias proporciones formando diversas clases de silicatos con cada una de las bases. Debemos establecer primero el hecho que consideramos que las escorias no contienen o no deben contener sílice libre o bases libres sino que combinaciones químicas de sílice con bases u óxidos metálicos. Decimos que no deben contener sílice o base libre debido a que su presencia en jeneral indica una fusion mal hecha porque si se hubiese aumentado la temperatura, esa sílice i esas bases libres habrian formado un compuesto químico o en último caso un vidrio o una disolucion sólida (bisilicato). El fundidor trata de mantener entre los componentes del mineral que formen las escorias una relacion tal que le permita, a la temperatura que funciona el horno, formar silicatos entre la sílice i las bases que constituyen el resto de la ganga.

Se observa tambien que si existen dos o mas silicatos se forma un silicato múltiple cuya temperatura de fusion es mas baja que la de los silicatos componentes del sistema tomado como ejemplo. Así, por ejemplo, el silicato de cal (Ca O Si O_2) se funde a $1,512^\circ \text{C}$. i el silicato de magnesia (Mg O Si O_2) a $1,524^\circ \text{C}$. si se mezcla estos silicatos resulta que cualesquiera de las mezclas tiene una temperatura de fusion mas baja i que una mezcla de 28% de silicato de magnesia i 72% de silicato de cal se funde a la temperatura de $1,350^\circ \text{C}$. que es la mas baja que se consigue en todas las mezclas posibles de estos silicatos; a esta mezcla se le denomina mezcla eutéctica.

Una escoria debe tratar de reunir varias cualidades, a saber: temperatura baja de fusion, peso específico liviano, facilidad para escurrirse (fluidez) o claridad. Para que el metalurjista trate de obtener estas tres cosas en sus escorias en el mayor grado posible, preciso es que se ponga en

contacto con ellas examinándolas a la luz que arrojan las investigaciones practicadas hasta el presente.

Las escorias se clasifican por la relacion que existe entre el oxígeno del ácido i el de las bases. Para evitar confusiones vamos a denominar todas las bases i óxidos metálicos que entran en la composicion del mineral o de la escoria bajo una fórmula jeneral que denominaremos RO. Tendremos entónces la siguiente tabla que nos da la clasificacion de las escorias.

Relacion	$\frac{\text{o en el ácido}}{\text{o en la base}}$	Fórmula	Nombre del silicato
2 : 3		3 R O Si O ₂	Sub-silicato.
1		2 R O Si O ₂	Mono-silicato.
1.33		3 R O ₂ Si O ₂	Tres a cuatro silicato.
1.5		4 R O ₃ Si O ₂	Sesqui-silicato.
2		R O Si O ₂	Bi-silicato.
3		2 R O ₃ Si O ₂	Tri-silicato.

Como se dijo, esta clasificacion se basa en la cantidad relativa de oxígeno en el ácido i en las bases; así, por ejemplo: el silicato MgO Si O₂ es un bisilicato porque tiene dos de oxígeno en el ácido por uno en las bases i luego la proporcion es de 2. El silicato 2 Fe O Si O₂ es un monosilicato porque el oxígeno en las bases es 2 i en el ácido es 2 tambien; así que la proporcion es de 1.

Aparentemente poco valor práctico tienen estas consideraciones, sin embargo, su conocimiento se hace enteramente necesario para poder entender con facilidad i manejar con regularidad las tablas de formacion de escoria que mas adelante insertaremos.

Lo primero que se nos ocurre es preguntar. ¿Cómo es posible saber qué clase de silicato es una escoria de la cual sólo conocemos su análisis? Si esto no fuera hacedero, mui poca aplicacion práctica tendria la clasificacion que se ha dado; sucederá o se obtendrá una proporcion de oxígeno en el ácido a las bases que a veces concuerda con las establecidas en la clasificacion i otras veces, la mayoría tal vez, resulta una proporcion intermedia tal como 1.6 que indica que la escoria es una mezcla de sesqui con bi-silicato.

Si el caso resulta ser este último indudablemente que una de las bases un óxido metálico ha formado con la sílice un bisilicato, mientras las otras formaban sesquisilicato.

La mayoría de las escorias provenientes de fundiciones de cobre fluctúan entre el mono i el bisilicato con un contenido de 30% a 50%; es pues, necesario que el fundidor sepa para los cálculos posteriores qué bases u

óxidos metálicos forman mono o bisilicato ya que el silicato de tres o cuatro i el mismo sesquisilicato son tan sólo mezclas de mono con bi-silicato.

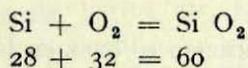
Segun las investigaciones de J. H. S. Vogt, forman monosilicato el óxido de fierro i el de manganeso i bi-silicato la cal, magnesia i alúmina aunque esto no sea verdaderamente exacto en todos los casos.

Primero vamos a determinar qué silicato es una escoria cuyo análisis conozcamos i en seguida estudiaremos, sobre las tablas de fusibilidad, cuatro grupos de silicatos que son los que forman el dominio de la metalurgia del cobre.

Si el análisis de la escoria es el siguiente:

Sílice (Si O ₂).....	= 41.28
Oxido de fierro (Fe O).....	= 33.02
Cal (Ca O).....	25.68

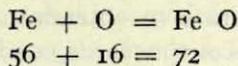
Por otra parte sabemos que la sílice (Si O₂) se descompone en sus pesos atómicos como sigue:



Que nos dice que en 60 unidades de sílice hai 32 de oxígeno; ahora cabe preguntar en 41.28 ¿cuánto oxígeno hai? La proporción que sigue nos resuelve el problema:

$$\begin{aligned} 60 : 32 &:: 41.28 : X \\ X &= \frac{41.28 \times 32}{60} = 22 \end{aligned}$$

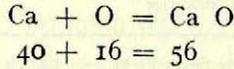
De igual manera se descompone el óxido ferroso



Que nos dice que en 72 unidades de óxido ferroso hai 16 de oxígeno. La proporción que sigue nos indica el oxígeno que hai en 33.02% de óxido ferroso:

$$\begin{aligned} 72 : 16 &:: 33.02 : X \\ X &= \frac{16 \times 33.02}{72} = 7.5 \end{aligned}$$

Para la cal procedemos de igual manera i tenemos:



$$56 : 16 :: 25.68 : X$$

$$X = \frac{25.68 \times 16}{56} = 7.3$$

Sumamos el oxígeno existente en la cal i el óxido ferroso i lo comparamos con el existente en la sílice i tendremos:

Oxígeno en la sílice.....	=	22
» » el óxido ferroso.....	=	7.3
» » la cal.....	=	7.3
		14.6
» » las bases.....		14.6

Establecemos ahora la proporción de oxígeno en el ácido dividido por el oxígeno en las bases, tendremos que:

$$X = \frac{22}{14.6} = 1.5$$

Por consiguiente la escoria es un sesquisilicato.

Estudiada ahora la facilidad con que se puede conocer el grado de silicatación de una escoria vamos a estudiar la fusibilidad de cuatro grupos de silicatos múltiples considerando tan sólo dos bases a saber: óxido de hierro i de cal, por ser ellos sin ninguna duda las bases principales que entran en la composición de casi todas las escorias en las fundiciones de minerales de *Cobre*. El efecto que otras bases puedan producir será también estudiado aparte.

TABLA N.º 1.—FORMACION DEL MONO-SILICATO. $2 R O Si O$

Composicion de la escoria en porcentajes			Temperatura de fusion
Silice Si O ₂	Óxido de fierro Fe O	Cal Ca O	Grados Centígrados
29.20	70.80	0	1,270
29.75	66.25	4	1,250
30.09	61.91	8	1,240
30.42	57.58	12	1,220
30.76	33.24	16	1,170
31.07	48.90	20	1,205
31.40	44.60	24	1,100
31.70	40.30	28	1,170
32.10	35.90	32	1,150
32.30	31.70	36	1,130
32.70	27.30	40	1,150
33.10	22.90	44	1,190
33.44	18.56	48	1,270
33.79	14.21	52	1,430

La uniformidad de la serie del monosilicato es simplemente una confirmacion de la gran aceptacion que tiene en la práctica; principia uniformemente a bajar la temperatura de formacion con la adiccion de la cal notándose sí una irregularidad, cuando se llega a 16% de cal llegando a adquirir su mínimo con 36% de esta base; de aquí sube, primero paulatinamente, i despues con gran rapidez.

La escoria que contiene 12% de cal corresponde a la fórmula $6 Fe O + 3 Si O_2 + 2 Ca O + Si O_2$ i fué patrocinada por el distinguido metalurjista Eisler en las fundiciones de minerales de plomo que contuvieran zinc.

TABLA N.º 2.—FORMACION DEL SILICATO DE TRES A CUATRO $3 R O 2 Si O_2$

Composicion de la escoria en porcentajes			Temperatura de fusion
Silice	Óxido de fierro	Cal	Grados Centígrados
35.70	64.30	0	1,140
36.05	60.00	4	1,100
36.40	55.60	8	1,090
36.80	51.20	12	1,070
37.30	46.70	16	1,090
37.75	42.25	20	1,110
38.16	37.84	24	1,130
38.57	33.44	28	1,150
38.95	29.04	32	1,160
39.37	24.63	36	1,170
39.78	20.29	40	1,190
40.20	15.80	44	1,290
46.60	14.40	48	1,430
41.02	6.98	52	...

La clasificación de silicato de tres a cuatro, no tiene, si se quiere una sancion académica; pero últimamente ha conquistado, como el sesquisilicato, un puesto mas o ménos prominente en la práctica moderna.

Este silicato obedece a la fórmula de: $3 \text{ R O} \cdot 2 \text{ Si O}_2$ i la proporción de oxígeno en la base a oxígeno en el ácido es de 3 a 4.

La temperatura de formación de este silicato disminuye con la adición de cal hasta alcanzar su minimum (1,070) con 12% de cal, a partir de este punto, las adiciones de mas de cal levantan la temperatura de fusión, uniformemente al principio i con gran rapidez despues.

TABLA N.º 3.—FORMACION DEL SESQUISILICATO $4 \text{ R O} \cdot 3 \text{ Si O}_2$

Composicion de la escoria en porcentajes			Grados Centígrados
Silice	Óxido de fierro	Cal	Grados Centígrados
38.46	61.54	0	1,120
38.90	57.10	4	1,090
39.34	52.66	8	1,060
39.78	48.22	12	1,060
40.22	43.78	16	1,130
41.11	34.89	24	1,150
41.54	30.86	28	1,160
41.99	26.01	32	1,165
41.42	25.58	36	1,190
42.87	17.13	40	1,250
43.31	12.69	44	1,330
43.75	8.26	48	...
44.19	3.81	52	...

Este tipo de escorias presenta muchas analogías con el silicato de tres a cuatro; su temperatura mínima de fusión la alcanza con 8% a 12% de cal i a partir de aquí la temperatura aumenta con la cantidad de cal presente. La temperatura mínima de fusión de esta serie es de 1060 grados centígrados.

TABLA N.º 4.—FORMACION DEL BI-SILICATO R O. Si O₂

Composicion de la escoria en porcentajes			Grados Centígrados
Silice	Oxido de fierro	Cal	Grados Centígrados
45.45	54.55	0	1,100
46.00	50.00	4	1,070
46.53	45.47	8	1,030
47.04	40.96	12	1,050
47.56	36.44	16	1,090
48.02	31.98	20	1,130
48.57	27.43	24	1,170
49.19	22.81	28	1,200
49.60	18.40	32	1,250
50.11	13.89	36	1,330
50.63	9.37	40	1,430
51.14	4.86	44	...
51.65	0.35	48	...
51.75	0.00	52	...

De todas las combinaciones entre silicatos de fierro i cal es interesante conocer la mezcla cuya temperatura de fusion sea mas baja; esta mezcla corresponde a la fórmula $\text{Ca O, Fe O, Si O}_2 + 2 \text{ Fe O Si O}_2$ que es un bi-silicato múltiple cuya temperatura de fusion es 1,000° C. i la proporcion entre la cal i el fierro es de 80% de fierro por 20% de cal.

El bi-silicato forma la escoria mas silicea que se produce en la práctica de fundiciones; a semejanza de los anteriores tipos, la cal disminuye la temperatura de fusion, hasta alcanzar el mínimo de 1,030° C. con 8%; a partir de este punto un aumento de cal produce tambien un aumento de temperatura de fusion.

Esta escoria con 8% de cal es mui recomendable para fundiciones donde flujos calcáreos son escasos i los minerales son mas o ménos silíceos.

De esta manera se puede tener una idea de la escoria que mas conviene formar para obtener los mejores resultados económicos, aunque jeneralmente hai en la escoria otras bases cuyos efectos se deben estudiar por separado.

La magnesia sustituye en ciertas escorias a la cal i tiende jeneralmente a levantar la temperatura de formacion de la escoria; escorias que contienen mas de 5% de magnesia, consumen una gran cantidad de combustible para conservarse fluidas.

En hornos donde se trabaja con una temperatura mas o ménos alta

se puede producir escorias que contengan 15% de magnesia, sin que por eso se altere seriamente la marcha normal de la operacion.

El óxido de zinc baja talvez la temperatura de formacion, pero exige un gasto excesivo de calórico para que la escoria pastosa, ya formada, tome una forma líquida mas o ménos clara; el máximo de óxido de zinc admisible en escorias de fundiciones de cobre es de 12%.

El óxido de bario o barita, lo mismo que el zinc, produce una disminucion de temperatura de formacion de la escoria i exige una gran cantidad de calórico para su completa licuefaccion; con todo esto, la barita es una base bastante buena, que, sin embargo, presenta sus dificultades, como la de su gravedad específica, por ejemplo, en cantidades pequeñas, su presencia es mui recomendable en la fundicion de minerales de Cobre.

La presencia de alúmina en la escoria es cuestion aun mui discutida por los metalurjistas, debido a sus efectos dañinos i a la incertidumbre en que aun estamos del verdadero rol que la alúmina representa en ciertas escorias; unos sostienen que la alúmina forma silicatos o actúa como base mientras otros discuten lo contrario afirmando que la alúmina forma aluminatos o hace el papel de ácido. Recientes investigaciones nos llevan a la conclusion de que la alúmina puede desempeñar ámbos roles segun sea la composicion de la escoria; alúmina en proporcion considerable juega el papel de ácido formando minerales conocidos con el nombre de Espinel ($Mg O \cdot Al_2 O_3$) + $(Zn, Fe) \cdot (Al_2, Fe_2) O_4$ que cristaliza i se separa de la escoria a altas temperaturas siendo causa de muchos disturbios; las bases que ayudan la formacion de este mineral en el cual la alúmina juega el papel de ácido son principalmente la magnesia i el óxido de zinc.

Si se hace necesario mantener una gran cantidad de alúmina en la escoria hai que considerar seriamente la proporcion en que entran las otras bases aumentando en lo posible la cal. *Si la proporcion entre cal i alúmina es de 3 de cal por uno de alúmina, hai la seguridad que la alúmina jugará el papel de base formando el mineral $(Ca R)_2 (Al_2 Fe_2) (Si_2 O_{10})$ cuyo grado de silicacion es 0.67 o sub-silicato.*

La alúmina hasta 10% observando lo anteriormente espuesto, baja la temperatura de fundicion, con proporciones mayores de 10% aumenta la temperatura aunque pase a la escoria en forma de base.

El óxido de manganeso es otra base que no se ha tomado en consideracion, se puede decir que ella reemplaza en igualdad de condiciones al óxido ferroso así que todo cuanto se ha dicho o se diga respecto de este último es aplicable al primero.

Con lo espuesto nos hemos formado una idea cabal sobre la fusibilidad de la escoria i podemos por consiguiente discernir con conocimiento de causa, sobre todo punto en la eleccion de la escoria que se pueda formar con nuestro mineral.

Se hace necesario ahora discurrir sobre la fluidez, facilidad de escurrirse o claridad de la escoria.

La escoria viscosa se considera como poco fluida i presenta dificultad para escurrirse sino son sobrecalentadas; es decir ellos no se mueven o se escurren si no con temperaturas aun mayores que la de fusion.

En jeneral la viscosidad de las escorias aumenta con el grado de silicacion a partir del mono-silicato; esto se entiende en jeneral i en igualdad de condiciones puesto que las bases por sí misma tienen un efecto marcado o esencial sobre la fluidez de la escoria.

El óxido de fierro i el óxido de manganeso disminuyen la viscosidad de las escorias produciendo silicatos claros que se escurren fácilmente. Silicato de cal i magnesia son jeneralmente viscosas mui especial en la presencia de alúmina.

En escorias mui básicas la alúmina aumenta la fluidez o disminuye la viscosidad mui en especial si la base principal es cal. En silicatos ácidos la alúmina aumenta notablemente la viscosidad i mas característicamente aun si el contenido de alúmina pasa de 10%.

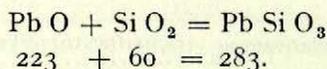
Las bases alcalinas soda i potasa aumentan la viscosidad de las escorias principalmente la potasa.

Nos queda aun por tratar la gravedad específica o peso de las escorias, gravedad específica o peso que aumenta o disminuye segun sean las bases que se combinan con la sílice. En jeneral el peso específico de las escorias depende del grado de silicacion, es decir, miéntras mas ácida sea una escoria mas liviana será, aunque ésto debe subordinarse a las bases que forman el silicato puesto que ellas contribuyen eficazmente a aumentar o disminuir la gravedad específica de las escorias. Si consideramos las bases que jeneralmente entran o pueden entrar en la formacion de los silicatos i las relacionamos con sus densidades obtendremos la siguiente escala de mayor a menor:

	Base	Fórmula	Peso atómico
1	Oxido de Plomo.....	Pb O.....	223
2	» » Fierro.....	Fe O.....	72
3	» » Manganeso.....	Mn O.....	71
4	» » Zinc.....	Zn O.....	81
5	» » Bario.....	Ba O.....	153
6	Alúmina.....	Al ₂ O ₃	102
7	Cal.....	Ca O.....	56
8	Magnesia.....	Mg O.....	40

Las bases mas livianas son la cal i la magnesia. Hai tambien que fijarse que miéntras mas bajo sea el peso atómico de una base mas efectivo es el poder que esta base tiene como neutralizadora de la sílice (esceptuándose la alúmina). La alúmina forma silicatos del radical (R₂ O₃) i no de (R O) que estábamos considerando.

Por esta razon la alúmina es la base que tiene el mayor poder de neutralizacion, un ejemplo comparativo servirá para poner de manifiesto el caso. Se tiene 100 kilogramos de sílice (Si O_2) que se desea transformar en silicato i se trata de averiguar cuántos kilogramos de base se necesitan para ello. Resolveremos primero el caso tomando en consideracion la base de mayor peso molecular de todas las bases i despues la base de menor peso molecular.



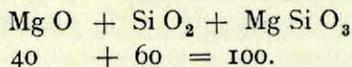
Esta fórmula indica la formacion del silicato de plomo i nos dice que 223 kilogramos se combinan con 60 kilogramos de sílice.

Para averiguar con cuántos kilogramos de plomo se combinan 100 de sílice recurriremos a la siguiente proporcion:

$$223 : 60 :: x : 100 \quad X = \frac{223 \times 100}{60} = 445 \text{ kgrs.}$$

Luego para neutralizar 100 kgrs. de sílice se necesitan 445 kgrs. de óxido de plomo.

Por otra parte la ecuacion química:



Nos dice que para neutralizar 60 kgrs. de sílice se necesitan 40 de magnesia, para 100 se necesitarán 66.66 de magnesia.

$$60 : 40 :: 100 : x \quad X = \frac{40 \times 100}{60} = 66.66 \text{ kgrs.}$$

De estas consideraciones se desprende la ventaja de la cal i de la magnesia, mui especial si ellas han de agregarse como fundentes o neutralizadoras de sílice.

Una escoria necesita un minimum de base liviana, tal como cal i magnesia, pues de lo contrario el peso específico de la escoria aumenta i su separacion de la materia útil del horno se hace en malas condiciones.

El minimum de base liviana (cal o magnesia) que debe contener la escoria es de 10%.

Con todos estos antecedentes vamos ahora a examinar el caso en discusion, volviendo a la carga tabulada que nos da el siguiente compuesto:

Silice existente en la carga.....	400 kgrs.
Cal » » »	80 »
Magnesia » » »	80 »
Alúmina » » »	70 »
Fierro » » »	192.80 »
<hr/>	
TOTAL.....	822.80 kgrs.

De aquí se desprende que el peso total de la escoria que se producirá, si fundiéramos el mineral solo, es de 822.80 kgrs. Necesitamos ahora averiguar el porcentaje de cada uno de los componentes de la escoria lo que fácilmente se consigue con la siguiente regla:

Porcentaje de sílice en la escoria.

$$822.8 : 400 :: 100 : X \quad X = \frac{400 \times 100}{822.8} = 48.5$$

Porcentaje del óxido de fierro en la escoria.

$$822.8 : 192.8 :: 100 : X \quad X = \frac{192.8 \times 100}{822.8} = 23.40$$

Porcentaje de la cal en la escoria.

$$822.8 : 80 :: 100 : X \quad X = \frac{80 \times 100}{822.8} = 9.70$$

Porcentaje del magnesio en la escoria.

$$822.8 : 80 :: 100 : X \quad X = \frac{80 \times 100}{822.8} = 9.70$$

Porcentaje de la alúmina en la escoria.

$$822.8 : 70 :: 100 : X \quad X = \frac{70 \times 100}{822.8} = 8.50$$

Nuestra escoria tendrá entonces la siguiente proporción:

Sílice (Si O ₂).....	=	48.5%
Fierro (Fe O).....	=	23.4
Cal (Ca O).....	=	9.7
Magnesia (Mg O).....	=	9.7
Alúmina (Al ₂ O ₃).....	=	8.5
TOTAL.....	=	99.8%

Para compararla con criterio científico, principiaremos por determinar el grado de silicacion en la forma que ya sabemos:

Oxígeno en 48.5% de sílice.

$$60 : 32 :: 48.5 : X \quad X = \frac{48.5 \times 32}{60} = 25.5$$

Oxígeno en 23.4% de óxido de fierro.

$$72 : 16 :: 23.4 : X \quad X = \frac{23.4 \times 16}{72} = 4.9$$

Oxígeno en 9.7% de cal.

$$56 : 16 :: 9.7 : X \quad X = \frac{9.7 \times 16}{56} = 2.7$$

Oxígeno en 9.7% de Magnesia.

$$40 : 16 :: 9.7 : X \quad X = \frac{16 \times 9.7}{40} = 3.8$$

Oxígeno en 8.5% de Alúmina.

$$102 : 48 :: 8.5 : X \quad X = \frac{8.5 \times 48}{102} = 4$$

Oxígeno en las bases, 15.4.

Grado de silicacion.

$$\frac{25.5}{15.4} = 1.6$$

Lo que significa que nos resultaría una escoria un poco mas sílicea que el sesquisilicato si no agregásemos fundentes a nuestro mineral. Por su grado de silicacion o por su contenido de sílice la escoria es aceptable, sin embargo no lo es si examinamos las bases que lo componen.

El bajo porcentaje de fierro tiende hacer nuestra escoria infusible a temperaturas menores de 1,250° C.

El alto porcentaje de magnesia (9.7) tiende a hacer nuestra escoria viscosa i de difícil escurrimiento i la casi igualdad de proporcion entre el contenido de la cal i la alúmina i la presencia de la magnesia nos hacen temer que la alúmina representa en esta escoria el papel de ácido i que por lo consiguiente su temperatura de fusion aumente notablemente.

Por otra parte la escoria que se producirá será liviana i no exigirá auxilio alguno de combustible i estará dentro de los límites de lo hacedero aunque su produccion significará un gasto grande de combustible i una marcha laboriosa para el horno.

Las condiciones locales fijarán la solucion de este problema, aunque en términos jenerales algo se pueda adelantar que servirá de guia para optar entre fundir el mineral sin fundente o mejorar la condicion de la escoria agregando fundentes.

La produccion de esta escoria significará un consumo mínimo de 20% de coke, es decir, 5% mas de lo necesario para funcionar con buena escoria en una atmósfera reducente.

El 5% en exceso del combustible sobre el término medio significa 5 toneladas de coke en 100 toneladas de carga, combustible que representa \$ 350 por cada 100 toneladas de mineral.

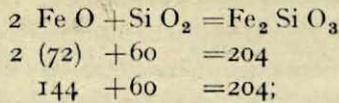
Con \$ 200 tal vez que se gasten por cada 100 toneladas de carga en la compra o adquisicion de fundentes apropiados se puede remediar el mal por completo, i el horno trabajará con 15% de combustible en condiciones mas notables i descansadas.

Nosotros vamos a dejar la cuestion económica al criterio del fundidor i vamos a asumir que las condiciones locales son tales que nos permiten rebajar el grado de silicacion de nuestra escoria i echar mano de nuestros conocimientos para tratar de producir la mejor escoria posible. (Las condiciones locales se reducen a abundancia de minerales oxidados de fierro i de calcáreas). Seguimos este camino con la doble intencion de resolver el problema i de poner en manifiesto la manera de neutralizar los excesos de sílice o de bases en la escoria.

Hemos averiguado que el grado de silicacion de nuestra escoria es 1.6; ahora nosotros vamos a reducir el grado de silicacion a 1, es decir, vamos a producir por escoria un monosilicato múltiple de cal, fierro, magnesia, alúmina.

Hemos dicho que las bases se combinan con la sílice para formar estos silicatos en proporciones definidas i de acuerdo con sus pesos atómicos;

así en el caso presente, para formar un mono-silicato de fierro cuya ecuacion química es la siguiente:



144 kilogramos de óxido de fierro se unen con 60 de sílice, o en otras palabras cada kilogramo de óxido de fierro exige 0.416 kilogramos de sílice para formar un monosilicato. Fundándose en estas equivalencias, se ha construido la tabla que insertamos al pie i que se conoce como «Tabla de Ballings» para formacion de escorias i que ahorra mucho tiempo en la ejecucion de estos cálculos.

TABLA DE BALLINGS

1 kgr. de Si O ₂ exige kgr. de base			1 kgr. de base exige kgr. de Si O ₂		
<i>Mono-silicatos</i>			<i>Mono-silicatos</i>		
Fe O	=	2.40	Fe O	=	0.416
Mn O	=	2.36	Mn O	=	0.422
Ca O	=	1.86	Ca O	=	0.535
Mg O	=	1.31	Mg O	=	0.750
Ba O	=	5.10	Ba O	=	0.196
Al ₂ O ₃	=	1.14	Al ₂ O ₃	=	0.873
Zn O	=	2.70	Tn O	=	0.370
<i>Bi-silicatos</i>			<i>Bi-silicatos</i>		
Fe O	=	1.20	Fe O	=	0.883
Mn O	=	1.18	Mn O	=	0.845
Ca O	=	0.93	Ca O	=	1.070
Ba O	=	2.55	Ba O	=	1.500
Mg O	=	0.66	Mg O	=	1.747
Al ₂ O ₃	=	0.57	Zn O	=	0.740
<i>Sesqui-silicatos</i>			<i>Sesqui-silicatos</i>		
Ca O	=	1.24	Ca O	=	0.803
Ba O	=	3.40	Ba O	=	0.294
Mg O	=	0.30	Mg O	=	1.125
Al ₂ O ₃	=	0.76	Al ₂ O ₃	=	1.310
Fe O	=	1.60	Fe O	=	0.625
Mn O	=	1.58	Mn O	=	0.633

En nuestro caso tenemos que los componentes de la carga son los siguientes:

Sílice.....	=	400.0 kgrs.
Cal.....	=	80.0 »
Magnesia.....	=	80.0 »
Fierro	=	192.8 »
Alúmina.....	=	70.0 »

Procedemos por averiguar qué cantidad de sílice, de la existente, podemos transformar en monosilicato valiéndonos de las bases presentes en la carga.

Así, tenemos 192.8 kilogramos de óxido de fierro i, según la tabla de Ballings, cada kilogramo de óxido de fierro exige 0.416 de sílice para formar un monosilicato; i por consiguiente los 192.8 exigen 80.204 kilogramos de sílice ($192.8 \times 0.416 = 80.204$ kgrs).

Los 80 kilogramos de cal exigirán 42.80 kilogramos de sílice ($80 \times 0.535 = 42.80$).

Los 80 kilogramos de magnesia exigirán 60 kilogramos de sílice ($80 \times 0.75 = 60$).

Los 70 kilogramos de alúmina exigirán 61.11 kilogramos de sílice ($70 \times 0.873 = 61.11$).

Según esto la sílice neutralizada para formar monosilicato, con las bases existentes en el mineral es la que se detalla:

Neutralizada por el Fe O.....	80.204 kgrs.
» » la Ca O.....	42.80 »
» » la Mg O.....	60.00 »
» » la Al ₂ O ₃	61.11 »

Total de sílice neutralizada..... 244.114 kgrs.

Sílice existente en el mineral.....	400.00
» neutralizada.....	244.12 »
» libre o por neutralizar.....	155.38 kgrs.

Si examinamos las consideraciones que nos hicimos al no considerar ventajosa la escoria que resultaría de fundir el mineral sin fundente, llegaremos a la conclusión de que las bases que en ella faltaban eran fierro i cal; ahora bien, necesitamos neutralizar 155.38 kilogramos de la sílice i deseamos formar con ella un monosilicato; podríamos neutralizarla con cal solamente o solamente con fierro; pero en el caso presente i por lo anteriormente es-

puesto preferimos neutralizar mitad de la sílice con óxido de fierro i mitad con cal.

Tendremos entónces que averiguar cuánto óxido de fierro se necesita para neutralizar 77.90 kilogramos de sílice en forma de monosilicato. La tabla de Ballings nos resuelve el caso en cuestion diciéndonos que se necesitan 186.96 kgrs. de óxido de fierro ($77.90 \times 2.4 = 186.96$). Ahora, sabiendo que nuestro mineral o fundente de fierro ensaya como sigue:

Sílice 5%.

Fierro (Fe O) 65%; el problema es saber cuánto mineral o fundente ferroso hai que agregar para proporcionar esa cantidad de óxido de fierro. Una simple proporcion aritmética nos dá el resultado

$$166.96 : 65 :: X : 100 . \quad -X = \frac{166.96 \times 100}{65} = 256.7 \text{ kgrs.}$$

diciéndonos que con 256.70 kilogramos de mineral que ensaya 65% de óxido de fierro se neutralizan los 77.90 kilogramos de sílice. Los otros 77.90 kilogramos de sílice se neutralizan con 144.89 kilogramos de cal ($77.9 \times 1.86 = 144.89$).

Sabiendo que nuestro fundente calcáreo ensaya:

Sílice = 10%.

Cal = 50%, tendremos que necesitamos 289.78 kilogramos de fundente calcáreo para obtener los 144.89 kilogramos de cal (Ca O) que necesitamos.

Volviendo atras hemos visto que se necesitan 256.7 kilogramos de fundente ferrujinoso i que este mineral ensaya 5% de sílice que nosotros no hemos tomado en consideracion i que, en jeneral i en práctica, no se toma; pero como aquí estamos resolviendo el problema en forma instructiva lo tomamos en consideracion i decimos que tenemos aun que neutralizar 12.84 kilogramos de sílice proveniente del mineral ferrujinoso (256.7×0.05) i 28.98 kilogramos de sílice (289.78×0.10) provenientes del mineral calcáreo; en conjunto 41.82 kilogramos de sílice.

Los neutralizaremos valiéndonos de la cal i tendremos que necesitamos 77.78 kilogramos de cal ($41.82 \times 1.86 = 77.78$) o sea 155.56 kilogramos de carbonato de cal que, agregados a los 289.78 que ya teníamos presupuestado, hacen un total de 445.34 kgrs. de calcáreas.

Podemos pues ahora tabular nuestra carga de fundicion de la siguiente manera:

CARGA	PESO KLGRS.	SÍLICE SiO ²		FIERRO Fe O		CAL CaO		Magnesia Mg O		Alúmina Al ₂ O ₃		COBRE
		%	Klgrs.	%	Klgrs.	%	Klgrs.	%	Klgrs.	%	Klgrs.	
Minerales de cobre.....	1,000.00	40	400.00	(1) 19.2	192.00	8	80	8	80	7	70	100
Minerales de fierro	256.75	5	12.84	65	186.96	...	...	...	...	...	...	...
Carbonato de cal.....	445.54	10	44.50	...	...	50	2,26	7	...	...	...	...
TOTALES..	1,602.04	...	457.34	...	379.76	...	302.67	...	80	...	70	100

Cobre producido por carga..... = 100.00 kgrs.

Escoria » » » = 1,289.77 »

Lei de sílice de la escoria..... = 35.40 »

$$\frac{457.34 \times 100}{1,289.77} =$$

Lei de fierro de la escoria..... = 29.40 »

$$\frac{379.76 \times 100}{1,289.77} =$$

Lei de cal en la escoria..... = 23.50 »

$$\frac{302.67 \times 100}{1,289.77} =$$

Lei de alúmina en la escoria..... = 5.40 »

$$\frac{70 \times 100}{1,289.77} =$$

(1) Corresponde a 15 % de fierro.

$$\text{Lei de magnesia de la escoria} \dots \dots \dots = \frac{6.10}{99.70}$$

$$\frac{80 \times 100}{1,289.77} =$$

Indudablemente que en la resolucion de este problema hemos exajerado, con fines ilustrativos los requisitos que debia llenar nuestra escoria; pues para el caso en cuestion se podria haber notablemente mejorado la condicion de la escoria, reduciendo el grado de silicacion de ella, que era 1.6 a 1.5 o sea un sesqui-silicato i neutralizando el exceso de sílice que nos hubiese resultado con cal, para defendernos de la alúmina i así con 100 kilogramos de fundente por cada 1,000 de mineral habríamos producido una escoria mui aceptable. El criterio del fundidor debe resolver económicamente estos casos, en vista de las condiciones locales, pero siempre debe hacerlo con pleno conocimiento de causa.

Este ejemplo de fundicion de minerales oxidados puede parecer inútil por no estar en práctica el procedimiento; sin embargo; él es mui conveniente pues nos lleva a estudiar la fundicion de muchos minerales que abundan en nuestro pais i que, en muchas localidades, pueden ser ventajosamente beneficiados por este sistema. Esto es mas hacadero aun cuando se cuenta en localidades con minerales ferrujinosos oxidados con lei de cobre i con calcáreas en iguales condiciones.

Ademas, este ejemplo, en nada se diferencia en lo que se relaciona en formacion de escorias con los ejemplos que mas adelante detallaremos i que se refieren a minerales sulfurados, así todo lo que aquí hemos dicho sobre escorias i todos los cálculos que sobre su formacion se han hecho persisten en igual forma para cualesquier procedimiento de fundicion.

Antes de terminar con la fundicion de minerales, debo agregar algo sobre los hornos en uso i su defecto para llevar a cabo el procedimiento.

Esperiencias sobre este procedimiento que he practicado fundiendo minerales oxidados de Combarbalá en el horno de soplete de la Escuela Práctica de Minería de la Serena i fundiendo minerales con 4% a 5% de azufre en Rio Blanco, me llevan a las siguientes conclusiones:

- a) La escoria medianamente liviana, con un máximun de 30% de fierro no acarrea mas de 0.30% de cobre, siempre que el crisol del horno sea alto.
- b) El cobre se enfria rápidamente i obstruye la sangradera del crisol.
- c) El uso de antecrisoles no es conveniente, pues enfria aun mas el Cobre i produce acreciones de consideracion.
- d) El horno debe funcionar con una columna alta de carga para facilitar la reduccion.

De estas deducciones colijo que el horno apropiado para esta clase de fundiciones debe ser alto, con inclinaciones pronunciadas a las toberas, i que el crisol debe ir acoplado al horno en forma de un pequeño horno de reverbero, tal cual se le ha introducido en varios establecimientos del pais.

IGNACIO DÍAZ OSSA.

(Continuará).



Las pizarras bituminosas de Lonquimai

Informe preliminar por el Dr. Johannes Felsch

Por encargo del Ministerio de Industria i Obras Públicas, he efectuado los reconocimientos jeolójicos de la rejion de las pizarras bituminosas de Lonquimai, durante los meses de Diciembre de 1914 hasta Marzo de 1915.

La zona reconocida se encuentra en la rejion fluvial del alto Bio-Bio; está limitada al este por los cordones de la cordillera en la frontera chileno-argentina, al oeste por la cordillera de Litrancura, al sur por la laguna de Galletué i el Bio-Bio, al norte por el rio Ranquil, afluente por la derecha del Bio-bio.

En el presente informe preliminar se dará en grandes rasgos la formacion jeolójica de la rejion, ademas se tratará sucintamente del valor industrial de las pizarras bituminosas.

La cadena principal de esta zona, en la acepcion jeolójica, es la cordillera de Litrancura, no así el cordon de la cordillera limítrofe chileno-argentina, que sólo forma la division de las aguas para las costas pacíficas i atlánticas. Por esta razon, las rocas mas antiguas de esta zona cordillerana se presentan en la de Litrancura al sol.

El horizonte inferior lo forman jeneralmente pizarras arenosas negras cuarcíticas, que a menudo encierran grandes concreciones negras de cal, aisladamente se acumulan las concreciones cálcicas de tal manera que constituyen bancos calizos determinados. En capas poco mas elevadas las pizarras se ponen arenosas, hasta que por último se alternan bancos de pizarras gris negras, con grauwacas grises. Las pizarras frecuentemente contienen en grandes cantidades *Pseudomonotis substriata* Ziet, *Harpoceratas* i *Hammatoceratas* i de este modo se reconocen como Dogger inferior.

Sobre estos descansan areniscas gris claro hasta blanco de grano grueso, las cuales en sus capas inferiores son mui brecciosas. Luego siguen a las

areniscas calizas brecciosas gris negro, que en su mayor parte están compuestas de fragmentos de conchas de los mismos fósiles constituyentes, en gran cantidad se encuentran aquí *Pecten Buchi Roem.* i *Cidaris cf. florigemma Phill.* Las breccias calizas equivalen al Rauraciano (Rauracien). Toda esta serie de capas es concordante. Los horizontes mas nuevos, cuya edad precisa no se puede determinar exactamente por la falta de fósiles, descansan sobre los yacimientos ántes descritos con una discordancia claramente apreciable.

Estos son grauwas de grano medio hasta grueso de color gris pardo sucio, muchas veces en este horizonte de grauwas se encuentran conglomerados en bancos gruesos i no estratificados, como rodados se encuentran jeneralmente pizarras negras ántes tratadas, con los cantos bien redondeados, i ademas eruptivos básicos de color oscuro i cuarcitas de vetas. Debo aun hacer resaltar que el horizonte de grauwaca descansa inmediatamente sobre las pizarras negras en el estero de Quelen i Lolen, en tanto en el valle de Lonquimai se interponen entre ámbos horizontes las breccias calcáreas, fenómeno éste, que se puede explicar por sedimentacion de trasgresion. Despues de las grauwas siguen conglomerados de porfirita con rodados grandes i breccias de porfirita en las cuales se intercalan frecuentemente efusiones grandes de porfirita. Estos horizontes tienen una potencia mui grande. Estos sedimentos se han formado durante el fin del período jurásico i durante el comienzo del cretáceo i forman las cadenas de montaña al noroeste de Lonquimai. Con estos horizontes termina en esta parte de la cordillera la serie de los sedimentos marinos.

Probablemente hácia el fin de la época cretácea se estableció un gran período de dislocaciones i denudaciones, en el cual se volvió a destruir una gran parte de los sedimentos cretáceos i neojurásicos. Antes de que pase a la descripcion de los sedimentos terciarios, debo indicar que en la cordillera de Litrancura, en las rocas jurásicas, se encuentran grandes intrusiones de diorita. Las pizarras i grauwas dejan ver constantemente un gran metamorfismo de contacto en la proximidad de las dioritas; las rocas jurásicas se han trasformado en piedras córneas, piedras córneas de chistolita, pizarras de chistolitas i pizarras manchadas; la zona de las rocas metamórficas de contacto tienen comunmente un ancho mayor a 500 metros. De esto se deduce que las dioritas son mas modernas que el Jura.

Desgraciadamente no se presentan sedimentos terciarios antiguos en ninguna parte en contacto inmediato con las dioritas, de modo que no se puede fijar la relacion de edad entre dioritas i el antiguo terciario. Pero como los sedimentos terciarios antiguos están notablemente plegados como se describirá mas adelante, i las dioritas no dejan ver ni indicios de la trasformacion por presion, es mui probable, que las dioritas sean aun mas modernas que los sedimentos eocenos.

Al comenzar la época terciaria empezó otra vez un período de sedi-

mentacion. Durante el período de dislocacion i denudacion se habia formado una superficie terrestre que se componia de rocas de diversos períodos. Es por esto que se encuentran los sedimentos terciarios en la zona del rio Pancunto i Quelen sobre las pizarras negras del Dogger inferior, en el curso inferior del Lolen sobre grauwas, entre Lolen i el rio Lonquimai sobre grauwas conglomeradas, entre los rios Lonquimai i Rahue sobre conglomerados de porfirita i sobre efusiones de porfirita del jurásico superior.

Sobre esta base de rocas de edades distintas se formaron despues areniscas de un color desde gris claro hasta blanco con materias aglutinantes silíceas (cemento silíceo)—cuarcita de agua dulce. Estas capas encierran muchas veces trozos de madera silicificados, ademas encierran restos de plantas mui destruidos. En la zona comprendida entre la laguna Galletué i el Hualyepulli, afluente del Bio-Bio, los depósitos de restos fitolójicos forman débiles mantos de carbon. En esta rejion desaparecen tambien las materias silíceas aglutinantes de las areniscas. Sin embargo, las areniscas gris claras en bancos poderosos no son en modo alguno un horizonte continuo, por lo contrario poseen sólo una estension local, pues faltan, por ejemplo, completamente en el curso superior del Hualyepulli. La mayor estension i la mayor potencia la tienen en la ribera izquierda del Bio-Bio en la rejion del Quelen i del Lolen.

Los sedimentos mas nuevos calizos gredosos bituminosos en su mayor parte mui ricos en fósiles descansan con una débil discordancia de erosion sobre las areniscas silicosas.

Los sedimentos calcáreos gredoso bituminosos han dado motivo para las investigaciones de la rejion, i por consiguiente han obligado a preocuparse mas detenidamente con las composiciones petrográficas.

El horizonte inferior de los sedimentos bituminosos se compone de capas de arcillas azul grises, arenosas i calcáreas de una potencia de 20 a 25 metros con intercalaciones de calizas eolíticas bituminosas. A veces las gredas azul-grises toman un carácter breccioso. En este caso las calizas eolíticas forman los trozos brecciosos en la arcilla azul-grises. La formacion se ha efectuado de tal modo que en primer lugar se ha depositado en agua tranquila un sedimento alternado de capas delgadas de arcillas azul-grises i banquillos de caliza eolítica, enseguida estos sedimentos se han revuelto otra vez gracias a fuertes movimientos en el agua, de modo que los duros banquillos eolíticos se han roto en pedazos aguzados (con cantos ásperos) i como tales se han incrustado en las blancas arcillas.

Sobre esto sigue un banco de 10 a 30 centímetros de eolitas calizas de grano grande i mui bituminosas. El banco se compone de granos calizos de mas o ménos de 1 a 3 milímetros de diámetro, de capas concéntricas i radiadas, cuyo centro está formado en su mayor parte de una pequeña concha de Cypris o por un granito de arena.

Sobre el banco de calizas eolíticas sigue el horizonte principal de piza-

rras bituminosas de mas o ménos 50 metros de espesor. Está compuesto de pizarras en su mayor parte de grano fino de color gris raton oscuro i contiene gran cantidad de bitúmen. Estas pizarras incluyen grandes cantidades de escamas i espinas de peces, camarones, conchas de *Cypris*, pequeños caracoles como ser *Bythinia capitata*, *Actaeonina Fischeri* i una bivalva característica, *Unio Burckhardti* M. E., ademas algunos restos de plantas que no pueden ser clasificados. Los restos de peces se agrupan de tal modo en algunas capas, que estas pizarras merecen el nombre de pizarras ictióferas.

Al sol se separan las pizarras en delgadas hojas, algo así como carton humedecido que al secarse se abre en hojillas. Las pizarras al sol se ponen gris blanquecinas debido a la evaporacion del contenido de bitúmen.

En la parte inferior del horizonte de pizarras se intercalan tres bancos calizos bituminosos en espacios de 5 a 6 metros. El banco calizo central tiene una potencia hasta de 1.20 metros. Estos bancos están casi únicamente compuestos de conchas de ostracodas, *Cypris* sp. En el horizonte medio de las pizarras se han intercalado entre los banquillos de ostracodas algunos de dolomita de color amarillo yema de huevo de 15 centímetros de potencia aproximadamente. Sobre las pizarras sigue todavía otro horizonte calizo, cuyos bancos están constituidos ante todo por conchas de *Cypris* i de caracoles, *Actaeonina*, *Bythinia* i *Ancylus Humboldti* M. E. Con estos bancos calizos termina la importante serie de las rocas bituminosas.

Antes de pasar a tratar de los horizontes pendientes, debo todavía hacer resaltar que el horizonte de las pizarras i calizas bituminosas al sur del rio Hualyepulli i en la Piedra Centinela se presente en una forma petrográfica mui distinta o en otra facies. En la primera de las rejiones citadas, las capas yacentes del horizonte de los bitúmenes, las areniscas cuarcíticas blanquecinas, son tambien sometidas a un cambio de la facies o variacion de la composicion petrográfica en la misma capa sedimentaria. En la zona entre la laguna Galletué, el Bio-Bio i el rio Rucañauco se encuentran como capas inferiores tofoareniscas brecciosas; el material que constituye estas capas es casi totalmente de oríjen volcánico. Estos productos de erupcion volcánica son cenizas oscuras, rapilli, lapilli, andesitas afaníticas oscuras i obsidianas. El horizonte termina con breccias volcánicas, en las cuales afanita i obsidiana forman los trozos de breccia i los productos de erupcion finamente granulados forman la materia aglutinante. En estas capas no son escasos los restos de madera de petrificacion silicosa. Sobre las tofoareniscas siguen areniscas claras de grano grueso conglomeradas de una estratificacion mui irregular o diagonal con intercalaciones de tres bancos de conchas; estos últimos están constituidos por concha de *Unio Burkhardti* M. E., *Bythinia capitata* i *Ancylus Humboldti* M. E. Al sur del rio Hualyepulli desaparecen lentamente las pizarras i calizas bituminosas para trasformarse poco a poco a la facies arenosa conglomerada. Aparte de la trasformacion lenta, los fósiles demuestran tambien que las areniscas conglomeradas son

la facies de la ribera del horizonte norte de las pizarras i calizas bituminosas, miéntras que las tofoareniscas i breccias son equivalentes a las areniscas cuarcíticas blancas.

En la falda del cerro de Piedra Centinela el horizonte de bitúmen está representado por areniscas conglomeradas con mucho material volcánico i algunos bancos de conchas de *Unio Burckhardti* M. E., en tanto la arenisca cuarcítica yacente se presenta en la facies no variada. La misma Piedra Centinela es una parte de un filon volcánico breccioso que corre en direccion norte sur.

Las pizarras i calizas bituminosas están sobrecubiertas por un horizonte de areniscas de quizas mas de 100 metros de potencia. Entre ámbos horizontes se produce una lenta transicion, la que está formada por una serie de capas de 20 metros de areniscas arcillosas que de capa a capa se hacen mas arenosas, las cuales contienen muchos restos de madera silicificada, luego siguen delgados bancos de greda hullera (arcilla carbonífera), sobre éstos yacen bancos gruesos de areniscas gris oscuras conglomeradas. En las areniscas arcillosas siguientes se encuentran aisladamente conchas de *Cypris*.

CONTENIDO DE FÓSILES EN EL EOCENO

Los tres horizontes distintos petrográficamente—el inferior de arenisca blanca cuarcítica, el central de pizarras i calizas bituminosas i el superior de arenisca gris oscura con arcilla carbonífera—se corresponden entre sí jenéticamente, esto es, poseen un oríjen i pertenecen a una formacion comunes. Ellos fueron sedimentados en un lago mediterráneo de agua dulce, de grandes dimensiones. Esto lo comprueban desde luego los numerosos restos de plantas fósiles.

Estos o las maderas silicificadas abundan enormemente en el horizonte basal de areniscas blancas i en el superior de areniscas gris oscuras, en tanto esos mismos disminuyen mucho en el horizonte central, en comparacion con los mui numerosos restos de animales fósiles.

Durante la sedimentacion de las pizarras i calizas bituminosas el reino animal era considerablemente rico en individuos, pero pobre en especies. Muchos individuos representaban a: pisces, decapoda, de ostracoda *Cypris* sp, de Brachiopoda, *Bythinia capitata* M. E., *Actaeonina Fischeri* M. E., *Ancylus Humboldti* M. E., de Lamellibranchiata, *Unio Burckhardti* M.-E.

En las areniscas basales se halla ya raras veces el *Unio Burckhardti* M.-E., que es un fósil mui frecuente en el horizonte central, el horizonte superior contiene a veces todavía el *Cypris* sp., el fósil mas frecuente de las pizarras i calizas bituminosas.

El horizonte central contiene tambien restos de plantas. Así se ve que los tres horizontes distintos petrográficamente, contienen los mismos fósiles

i que sólo cambia el número de los individuos de la especie, en los tres horizontes segun las condiciones de la sedimentacion.

Todos estos fósiles son habitantes de agua dulce; la escasez de especies tambien demuestra que la hoya hidrográfica en que vivieron estos animales ahora fosilificados estaba incluida en un continente.

Formas análogas de *Actaeonina Fischeri* M. E. i *Unio Buckhardti* M. E. se han conocido en los sedimentos del eoceno de la hoya de Paris. Gracias a esta semejanza se puede determinar que estas capas corresponden a la época eocena inferior.

SEDIMENTOS POSTEOCENOS

La edad de los sedimentos posteocenos de la zona de Lonquimai no se puede determinar con exactitud debido a la falta absoluta de restos fósiles. Con aguda discordancia tectónica, la que no se presenta al sol directamente, descansan en el curso inferior del Mitrauquen de abajo para arriba: areniscas fluvio-terrestres conglomeradas, tofos volcánicos blancos claros hasta amarillentos con intercalaciones de bancos de rodados i una cubierta de andesita de 50 metros de potencia en una estratificacion casi horizontal i descansan sobre sedimentos eocenos mui plegados.

En la rejion comprendida entre las desembocaduras del Mitrauquen i Liucura en la ribera derecha del Bio-Bio, los mismos sedimentos posteocenos descansan, con una discordancia mui notable, sobre sedimentos neomesozoicos plegados. En la frontera chileno-argentina sobre las cubiertas efusivas se encuentran morainas. De esta estructura jeológica se puede estraer datos sobre la edad relativa de los sedimentos fluvio-terrestres i eruptivos posteocenos. Son mucho mas nuevos que los sedimentos eocenos inferiores.

Tal como resulta de la estructura jeológica ántes descrita, a la formacion de las rocas posteocenas se ha anticipado un período de plegamiento mui fuerte. Es a este período principal de plegamiento que la cordillera real debe su formacion. Despues del plegamiento se produjo un período de denudacion, en el cual se modeló la superficie que mas tarde sirvió como base para la sedimentacion posteocena. Ademas las rocas posteocenas son mas antiguas que las glaciales, pues los sedimentos glaciales cubren en parte a aquellas.

La formacion de los rodados fluviátiles terrestres, de los tofos i de las cubiertas efusivas corresponde por lo tanto al tiempo del neoterciario.

Las rocas mas nuevas, que toman parte en la construccion de la zona de Lonquimai son el maicillo que hai en las terrazas del rio i sedimentos de légamo. Estos sedimentos son de poca potencia i de una estension mui local. Por lo tanto no presentan interes para el problema del petróleo i por lo cual no nos estenderemos mas en esta ocasion.

ESTENSION DE LAS PIZARRAS I CALIZAS BITUMINOSAS

Las pizarras i calizas bituminosas corren en una faja aproximadamente de 30 kilómetros de largo i en promedio 1,500 metros de ancho i casi en direccion norte-sur. Esta corrida de rocas empieza en el sur, mas o ménos en la mitad del camino de la laguna Galletué i de la fuente del Hualyepulli, forma pues las crestas de la cordillera de Pedregoso, en el gran lazo del Bio-Bio en forma de S, entre las desembocaduras del Mitrauquen i Quelen alcanza i atraviesa el curso del rio Bio-Bio, desde aquí sigue el curso de las rocas exactamente el mismo del rio i permanece a la derecha e izquierda de él hasta 8 kilómetros al norte de la desembocadura del Rahue. En el cerro de la Piedra Centinela corre el límite oriental de las rocas bituminosas en el lecho del Bio-Bio, por lo tanto no existen ellas en la ribera derecha de este rio; entre las desembocaduras del Lonquimai i Rahue el límite occidental de las rocas bituminosas corre paralelo i a pequeña distancia de la derecha del Bio-Bio, por lo cual el lecho de este rio carece de rocas bituminosas. El mayor ancho, o sea la mayor estension en direccion de este a oeste lo alcanzan estas rocas en el curso inferior del rio Pedregoso, i en el gran lazo del Bio-Bio entre las desembocaduras del Mitrauquen i Quelen. El ancho aquí es de mas o ménos 4,000 metros. La corrida de las rocas se presenta aquí en tres anticlinales i sinclinales. En todo el resto de la rejion, el ancho de la corrida de las rocas es rara vez superior a 1,000 o 1,500 metros; en la rejion de la desembocadura del Lolen i de la Piedra Centinela disminuye éste hasta 500 metros.

Tal como se aclaró anteriormente las rocas bituminosas fueron cubiertas despues de su sedimentacion por un horizonte poderoso de areniscas. Enseguida todos estos sedimentos fueron plegados en el período principal del plegamiento de la cordillera real. A este período de plegamiento sucedió un otro de denudacion. En este último el horizonte de las rocas bituminosas fué tambien en partes desencapado i destruido. Si acaso las rocas bituminosas fueron cubiertas en el período de sedimentacion del neoterciario, no es posible demostrarlo, pues estas rocas neoterciarias no se han encontrado directamente sobre las pizarras bituminosas. El hecho que las rocas bituminosas están al sol en casi toda su estension tiene su razon de ser en el hecho de que las mismas, quizas ya desde el fin del eoceno, estuvieron espuestas a la denudacion i ademas a que el agua en las relativamente blandas rocas ha tenido un trabajo fácil de destruccion.

TECTÓNICA

La corrida completa de las rocas bituminosas se presenta en el ala oriental de una gran anticlinal con direccion norte-sur. El núcleo de esta

anticlinal principal lo forma la cordillera de Litrancura. Este núcleo está formado por pizarras calizas negras del Dogger e intrusiones de diorita i porfiritas. Todas estas rocas tienen un rumbo mas o ménos de norte a sur, i se inclinan al este hácia debajo de las rocas bituminosas, con lo cual forman el límite occidental de las últimas. Las rocas bituminosas tienen un rumbo en jeneral de norte a sur i se inclinan hácia el este bajo un ángulo de 20 a 30°; sólo en la gran S del Bio-Bio se produce una escepcion. Aquí está abovedada el ala este de la anticlinal principal, por lo mismo afloran las rocas bituminosas de anchura considerable en tres pequeñas anticlinales secundarias. En la rejion comprendida entre el Mitrauquen i el Rahue se inclina las rocas bituminosas hácia el este bajo el horizonte de las areniscas conglomeradas gris oscuras. En esta zona existen las rocas bituminosas a cierta distancia hácia el este, cubiertas por sedimentos mas nuevos. En todo caso sólo se tratará de pequeñas distancias, pues siguiendo el rio hácia arriba en el Mitrauquen i Rahue ya no existen las rocas bituminosas aunque aquí se presentan a la vista rocas neomesozoicas debajo de los sedimentos posteocenos. La ribera oriental de la laguna en la cual se formaron las rocas bituminosas ha estado situada sólo pocos cientos de metros al este de la rejion del Bio-Bio entre el Mitrauquen i el Rahue. Esta conclusion está tambien comprobada por el hecho de que en el cerro de Piedra Centinela aflora el horizonte de rocas bituminosas en una «facies de ribera». Tenemos aquí a la vista los sedimentos: de la ribera oriental de la laguna eocena.

En la zona oriental del Bio-Bio entre el Mitrauquen i el Liucura faltan por completo las rocas bituminosas entre los sedimentos neomesozoicos, i las rocas neoterciarias. En esta zona la ribera oriental de la laguna eocena ha estado todavía al poniente del Bio-Bio. El límite exterior sur de la laguna eocena se encontró entre el desaguadero de la laguna Galletué, el Biobio, i el estero Rucañaucó. La facies de la orilla oeste i de la orilla norte de las rocas bituminosas no pudo ser descubierta. Es posible que la orilla oeste de la laguna eocena haya estado situada notablemente mas al poniente que lo que está hoi dia el límite occidental de las rocas bituminosas. Con toda seguridad puedo afirmar que las rocas bituminosas no existen en la cordillera de Litrancura la cual es el núcleo de la anticlinal principal; en el ala oeste de esta anticlinal principal, que sólo fué estudiada a la lijera, no pude constatar la existencia de rocas bituminosas.

La orilla norte de la laguna eocena podría haber estado situada en la zona oriental del Bio-Bio entre el rio Rahue i Ranquil; pero como he espresado, no encontré el fin del horizonte de bitúmen en direccion al norte del rio Rahue. Se desprende de esta relacion que el área ocupada por los afloramientos de las rocas bituminosas es sólo poco menor que la estension total de las rocas bituminosas que lo que se puede suponer.

CONTENIDO DE BITUMEN EN LAS ROCAS EOCENAS

Ya se desprende de la corta descripción de las rocas que toman parte en la construcción de la región de Lonquimai, que la existencia de grandes cantidades de bitumen se limita al horizonte de las esquistas calizas i dolomitas eocenas. En los sedimentos posteocenos que se componen de tofos volcánicos, rodados fluviales i abundantes efusiones de cubiertas, no era posible que al depositarse se produjera una gran cantidad de bitumen. En los mismos no se encuentra ni el mas leve signo que permita creer en la existencia de bitumen.

En las rocas preocenas, se encuentra a veces una mui débil cantidad de bituminación, sin embargo en ningun horizonte en cantidad suficiente para formar grandes masas de bitumen. Las pizarras i las calizas negras del Dogger, contienen una pequeña fauna de alta mar, por lo tanto no podia formarse en ellas sino mui insignificante cantidad de bitumen. El horizonte delgado del rauraciano (Rauracien), que se formó en la cercanía de la costa, contiene tambien pequeñas cantidades de bitumen. Pero este horizonte sólo aparece en la parte norte exterior bajo la corrida de rocas bituminosas; en toda la región al sur del rio Lolen faltan completamente las capas del rauraciano; en consecuencia a este horizonte no hai que tomarlo en cuenta como yacimiento posible de considerable cantidad de bitumen. El horizonte de grauwacas no contiene en absoluto bitúmenes. El yacimiento primitivo de la cantidad grande del bitumen son las pizarras i calizas del eoceno. El origen de las pizarras, calizas i dolomitas demuestra completamente que durante su sedimentación existian las condiciones necesarias para la formación de grandes cantidades de hidrójenos carburados. El gran lago mediterráneo, en el cual se depositaron las rocas, estaba poblado por una fauna estraordinariamente numerosa i probablemente tambien por una microflora. Hai bancos calizos de mas de 1.50 m. de potencia compuestos únicamente de conchas de ostracodas.

El contenido de bitumen en los bancos calizos es mui alto, al golpearlos con el martillo se siente un fuerte olor a alquitran. Al pisar estas capas, en tiempo cálido, con botas claveteadas, se hace sensible el olor mencionado. Si se disuelve un pequeño trozo de estas calizas bituminosas en ácido clorhídrico diluido, se obtendrán varias gotas de aceite que nadan en la solución. Además de las conchas que llenan las pizarras se encuentran restos de peces; escamas, espinas i huesos.

El contenido de bitumen en las pizarras es tan alto, que la pizarra aun a la débil llama de un fósforo empieza a arder con débil llama humeante; todavía un momento despues de apagado aquel continúa ardiendo i despide un fuerte olor a asfalto caliente.

En la ribera derecha del Bio-Bio, frente a la desembocadura del rio

Lolen, encontré en las pizarras al quebrarlas, pequeñas gotas oleosas de color gris amarillo. En pizarras finifiliformes es donde se encuentra la mayor cantidad de bitúmen. En las esquitas que afloran en el curso inferior del río Pedregoso, el contenido en bitúmen es tan grande, que basta un día de sol para sentir el olor sin necesidad de tocarlas. No mui raras son en las pizarras manchas pardas de bitúmen resinado.

Las enormes riquezas en fósiles en esta roca esplica totalmente la existencia de grandes cantidades de hidrójeno carburado. La presencia de gotas oleosas en las rocas demuestra tambien la existencia de bitúmen en estado líquido.

En cambio no se han encontrado afloramientos de horizontes petrolíferos, ni indicios de aceite sobre el agua ni gases combustibles; aunque la presencia de gotas de aceite en las pizarras nos proporciona la demostracion segura de que en las rocas existe bitúmen líquido, es sin embargo, mui significativo el hecho de la ausencia absoluta de indicios de aceite en la superficie del suelo, membranas oleosas irisantes sobre el agua i la falta de emanacion de gases incandescentes. Exactamente el hecho de que falten indicios de aceite en la superficie del suelo hace posible hasta cierto grado de seguridad sacar una conclusion sobre la cantidad de bitúmen líquido en las rocas eocenas.

Anteriormente se ha demostrado que el no mui potente horizonte de las pizarras i calizas bituminosas, que en esta zona forma esclusivamente los yacimientos primarios del aceite, casi en su estension total está al sol. Por esto, el aceite tiene un camino cómodo i corto por los estratos que están cortados muchas veces por los valles de rios, para salir a la superficie de la tierra. Si, por lo tanto existieran grandes cantidades de bitúmen líquido, lo mas probable seria que en los numerosos afloramientos o barrancas, que están formados por las rocas bituminosas, existiera tambien un pequeño arranque de aceite que habria dejado sea manchas de aceite en las barrancas o membranas oleosas irisantes sobre las aguas tranquilas. Pero esto no sucede, por esto se debe suponer que no hai mucha abundancia de bitúmen líquido en las rocas o bien que éste, aun cuando hubiere existido en gran cantidad, habria disminuido en gran parte con el trascurso del tiempo debido a escurrimientos o a evaporacion.

Sólo una pequeña parte de la estension total de las rocas bituminosas eocenas no sale al sol, la misma está tapada por una cubierta sedimentaria preservativa de mayor o menor potencia.

El maicillo de las terrazas fluviales, que jeneralmente tiene escasa potencia, no puede ser considerado como cubierta defensora por la razon que a continuacion se indica.

Antes de la sedimentacion del maicillo de la terraza, por consiguiente durante el trabajo de erosion del río, las rocas bituminosas han quedado libres en el correspondiente alto nivel i han sido lavadas constantemente

por el agua del rio; en aquel tiempo habia para las acaso existentes partes de bitúmen, ya líquidas ora gaseosas, la misma posibilidad para escurrirse que en aquellas partes donde las rocas bituminosas todavía hoy están al sol. En las proximidades del rio Mitrauquen i en la falda oriental de la cordillera Pedregosa existe el horizonte de las rocas bituminosas bajo areniscas i conglomerados de considerable potencia, i por cierto la sedimentacion de las areniscas i conglomerados siguió inmediatamente despues de la formacion del horizonte de las rocas bituminosas. En estas rejiones, por consiguiente las rocas eocenas desde que existen han estado defendidas de pérdidas del aceite por las capas cubridoras.

Por tanto, si ha existido aceite en las rocas, en suficiente cantidad que fuera explotable, sólo podria encontrarse en aquellos lugares en donde el cerro encapado ha impedido el escape.

DESTILACION DE LAS PIZARRAS BITUMINOSAS

Otro procedimiento para valorizar industrialmente las rocas bituminosas, consiste ante todo en explotar las rocas bituminosas mineramente i despues obtener el bitúmen por destilacion. Las bases para este procedimiento existen en jeneral en esta rejion.

Las cantidades de material de rocas que tienen bitúmen pueden estimarse en esta zona como casi inagotable. En el capítulo sobre la estension de las rocas bituminosas se anotó que éstas corren mas de 30 kilómetros al sol. Para el procedimiento de la destilacion sólo se consideran las capas que poseen el mas alto contenido en bitúmen; estos son los horizontes de pizarras que están separados por bancos de calizas i dolomitas.

La potencia total de los horizontes de pizarras aislados, no interrumpidos, oscila entre 1.50 i 8 metros. Considérese para la explotacion sólo un horizonte de pizarras, con una potencia media de 5 metros, con un ancho medio de 400 metros i un largo de 20,000 metros, se obtendrá ya un material de rocas de cuarenta millones de metros cúbicos. De este cálculo salta a la vista de que el material para la destilacion existe en gran cantidad. El gran contenido en bitúmen que se ha fijado a simple vista en la pizarra, autoriza con justicia a pasar mas adelante en la cuestion de la destilacion de las pizarras.

Este asunto corresponde completamente al dominio de la tecnología química, por lo cual no lo podemos profundizar mas aquí. Será tarea de la química tecnológica demostrar cuál es el porcentaje del bitúmen existente, que puede valorizarse industrialmente i escudriñar el mejor camino tecnquímico.

La tarea de la jeología era demostrar que existe material para el proce-

dimiento de la destilacion en cantidad abundante i de fácil explotación. Sin embargo se debe hacer notar, que este procedimiento rara vez se ha usado en la práctica.

CONCLUSIONES

Por el presente estudio se ha demostrado lo siguiente:

I. Al depositarse las rocas eocenas de la rejion de Lonquimai han existido las condiciones jeológicas necesarias para la formacion de hidrocarburos.

II. Estos hidrocarburos se presentan hoi dia en forma sólida, en las pizarras i calizas bituminosas del eoceno i ademas en forma líquida en las mismas rocas.

III. En cuanto a la *cantidad* de hidrocarburos sólidos en las rocas eocenas es tan grande que puede dar lugar a una industria de destilacion.

IV. En la parte en que las rocas bituminosas nose encuentran encapadas desde su formacion los hidrocarburos líquidos no se habrán podido conservar en su totalidad i por consiguiente en esta parte no habria que esperar yacimientos petrolíferos de importancia.

V. Sólo en las partes donde las rocas bituminosas se encuentran encapadas desde su formacion se ha podido conservar el aceite de las rocas eocenas, cuya cantidad se puede determinar por sondajes de cata.

Para los sondajes mencionados bajo el número V de las conclusiones propongo la rejion del gran lazo del Bio-Bio entre las desembocaduras del Mitrauquen i del Quelen. Un punto apropiado existe en la ribera derecha del Bio-Bio al oriente de la gran curva del mismo rio i al norte de la desembocadura del Mitrauquen.

Estos sondajes demandarian pequeños gastos, pues las capas que se perforarian están formadas por rocas blandas i ademas la profundidad de los sondajes apenas alcanzaria a 200 metros.

DR. JOHANNES FELSCH

Jeólogo del Ministerio de Industria i Obras Públicas



Elaboracion de Salitre

Breve explicacion sobre los efectos que produce la evaporacion de soluciones débiles en la elaboracion de Salitre, tanto en el costo del producto, como en su mayor aprovechamiento

Hace años que los salitreros buscan un sistema de evaporacion económica para las soluciones débiles de salitre. Este *anhelo* es debido a la profunda *conviccion* a que han llegado despues de esperimentaciones técnicas hechas por muchos hombres de ciencia i de práctica en esa industria, con aparatos i procedimientos arreglados especialmente al objeto, de que, *encontrado tal evaporador*, podria basarse en él un aprovechamiento considerable, una estraccion completa del salitre contenido en la materia prima que lo contiene, llamado caliche.

Ese *anhelo* es perfectamente justificado si se considera—(i mui especialmente ahora que las leyes medias del material beneficiado han ido en progresion decreciente de año en año como es natural)—que el rendimiento obtenido en la elaboracion de esta sustancia apénas llega en término medio a 50, o a lo mas, a 55% del salitre que contiene i que se lleva a las llamadas máquinas, despues de costear su arranque o explotacion en la pampa, su acarreo i su beneficio.

Se pierde así el 45 o el 50% del salitre utilizable, con detrimento del agotamiento rápido de los terrenos i con el mayor costo a que se produce esta sustancia.

Aquella *conviccion* se basa en un hecho químico incontrovertible, i al alcance del ménos entendido en cuestiones científicas i es que el salitre, siendo una sal mui soluble en el agua i aun cuando esté mezclada con varias otras solubles o nó i con tierras, arcillas o piedrecillas, si se emplea bastante agua para lejiviarlas o lavarlas, todo el salitre tendrá que eliminarse i quedar disuelto en esa agua.

Pero para separar el salitre así obtenido en esa disolucion, no hai otro recurso que evaporar el agua concentrando la disolucion, ya que es sabido que de esta solucion concentrada, el salitre se separa por los métodos ordinarios de cristalizacion conocidos i usados.

Si el costo de esta concentracion es barato, o sea si consume poco combustible; si la operacion es rápida; si los aparatos usados son de poco precio; si se pueden adaptar a las oficinas en actual trabajo utilizando todas sus

instalaciones en servicio; si la evaporacion puede efectuarse a una temperatura baja sin que se produzcan ácidos libres que ataquen i destruyan el fierro de las construcciones; si no se producen incrustaciones de sales que obstruyen, deterioran i provocan reparaciones repetidas; si el manejo del evaporador puede entrar en una rutina sencilla i ser puesto sin dificultad alguna en las manos de cualquier obrero medianamente inteligente; si los productos secundarios de la evaporacion pueden separarse fácil i rápidamente de los líquidos concentrados sin que acarreen pérdida de salitre; por último, si el personal que se necesita para su manejo es reducido i, por lo tanto, de poco costo, podría darse por encontrada la fórmula i sentada la base del sistema nuevo que tanto se ha buscado i que realiza las aspiraciones formuladas por los salitreros para aprovechar la casi totalidad del salitre contenido en los caliches usando una cantidad de agua *conveniente* para su disolucion.

Buscando la solucion de este problema industrial, se han ideado multitud de aparatos de evaporacion que, llevados a la práctica, no han dado los resultados apetecidos ni llenado las condiciones enumeradas mas arriba como base esencial para ser eficaces i llenar su objetivo. No es necesario mencionarlos ni hace a nuestro propósito por el momento.

Posesionados desde hace largos años de esta verdadera necesidad de la industria salitrera, hemos perseguido su realizacion sin omitir sacrificios i hemos llegado a la confeccion de un evaporador que reúne todas i cada una de las condiciones que debe satisfacer resolviendo el problema en términos absolutamente satisfactorios.

Para probarlo, hemos hecho una instalacion en la oficina «Democracia», en Tarapacá, perteneciente a la «Compañía de Salitres i Ferrocarril de Agua Santa», suficientemente grande para que puedan pasar por él 25,000 quintales de salitre al mes.

La máquina de esa oficina que es chica i vieja, está en estado de deterioro considerable i sus caliches, mui esplotados desde hace 30 años, quedan reducidos en su mayor parte a costras calcáreas duras, insolubles i a tierras provenientes de explotaciones antiguas todo de leyes medias que apenas alcanzan a 12% en salitre. Aparte de esto, esos terrenos contienen bastante nitrato de cal que perturba el beneficio i del que no hai cómo desprenderse por falta de terrenos que suministren suficiente sulfato de soda para eliminarlo.

Con todo, como nuestro objetivo, en «Democracia», mas que elaborar salitre económicamente, que allí es poco ménos que imposible mientras no se reforme la máquina antigua, ha sido i es demostrar las condiciones que puede desarrollar el evaporador instalado, i cuyos resultados influirán en los que puedan esperarse en otras instalaciones u oficinas bien montadas satisficiendo el anhelo deseado, tenemos la satisfaccion de acentuarlas con los números que damos a continuacion, como obtenidos en los tres meses

de trabajo continuo, sin anotar las frecuentes interrupciones por desperfectos de la vieja máquina de la oficina que nos hacen incurrir en gastos permanentes para repararlos i en pérdida de tiempo útil que los aumentan:

Costo del aparato completo i que, como ensayo, ha costado mas de lo que serán sus sucesores, \$ 100,000 m/c. mas o ménos.

Evaporacion de agua en proporcion al petróleo quemado, 20 a 1, habiendo llegado en ocasiones, cuando se ha podido hacer un trabajo continuo, a 25 por 1.

Tiempo empleado en cada operacion: 5 minutos por cada grado de elevacion de densidad, o sea término medio desde 85 grados del hidrómetro Twaddle a 105, o sean 20 grados, en 1 hora 40 minutos.

Tiempo empleado en la carga i descarga del evaporador, 20 minutos.

Solucion concentrada producto de cada operacion, 6.5 metros cúbicos.

Salitre producido en bateas por cada operacion, 59.68 quintales españoles.

Petróleo total quemado por cada operacion, 2.74 quintales.

Proporcion de salitre producido, por petróleo total quemado en la evaporacion, 22 por 1.

Incrustaciones de sales en el aparato, ninguna.

Acidos libres, ninguno.

Sal como producto secundario, seca i con lei inapreciable de salitre.

Agua condensada producto de la evaporacion, completamente pura.

El agua de la evaporacion puede condensarse i recojese íntegramente i volver caliente con 60° centígrados a la elaboracion, aumentando algo mas la eficacia de los condensadores como puede verse fácilmente observando la evaporacion.

El calórico de la condensacion se aprovecha en gran parte i lo será mucho mas, mejorando las deficiencias de la instalacion provisoria, en funciones.

Operarios en el manejo del aparato, dos por guardia. Reparaciones, casi ninguna.

Aumento en el rendimiento de los caliches de 48% que ha sido en el trabajo ordinario de la oficina, a 75.0% con el consiguiente aumento de lavados de los ripios con agua mas abundante que ha permitido el uso del evaporador.

Lei media del caliche beneficiado en 3 meses 13.7%.

Lei del Salitre producido, sobre 96 %.

Lei de sal 1%.

Menor costo de produccion en cancha 10 peniques.

Lei de los ripios, comun en 3 meses 3.27%.

El sistema de lavado implantado en los cachuchos, ha *eliminado* las borras que ordinariamente tienen i se arrojan, con 20% de salitre.

La lei de los ripios podria ser mucho menor; pero la naturaleza de las

costras duras e impermeables i por consiguiente insolubles que tenemos que emplear, impiden su ataque, no habiendo en la oficina medios adecuados i económicos para chancarlas mas menudas.

Advertiremos que todos los resultados obtenidos han ido mejorando mes a mes. Los datos anteriores son el promedio de 3 meses.

Con estos antecedentes, vamos a calcular cuál será la economía que puede producirse en una oficina cualquiera con el uso del evaporador, comparando el costo del salitre en cancha con el sistema corriente.

Supongamos que por el método ordinario, sin evaporador, cueste el salitre en cancha 4.5 chelines o sean 54 peniques, i que el costo de la evaporacion lo aumente en 3.48 peniques, cantidad superior al costo que hemos realmente tenido i que hemos podido, en mejores condiciones, reducir a 3 peniques con facilidad (término medio de 3 meses, 3.48 peniques).

Como el uso del evaporador nos ha dado un rendimiento de 75% contra 48%, el aumento de produccion es de 27 sobre 48 o sea 56%. Así que por cada quintal de salitre producido ántes, ahora obtenemos 1.56 quintal.

El costo seria, así, por quintal

$$\frac{54 + 3.48}{1.56} = 36.8 \text{ peniques}$$

i la economía llegaría a 17.2 peniques — (54 — 36.8).

El mismo cálculo aplicado a una oficina cuyo costo de salitre en cancha sea de 3 chelines i que con el uso del evaporador pueda aumentar su produccion en la misma proporcion de 56%, la economía seria de 11.4 peniques por quintal, o sean \$ 1.14 de 10 peniques.

En otros términos, i jeneralizando: si los rendimientos por el mayor agotamiento por el lavado con mayor cantidad de agua que permite la evaporacion económica de las soluciones, suben de 50 a 90%, el costo supuesto de 36 peniques puede bajar hasta 20.7 segun la escala siguiente:

Si el rendimiento es

de 50%	con costo de 36 peniques por quintal,		
	con 60 el costo es de 24.6—	disminucion	11.4
» 65	»	» 23.9—	» 12.1
» 70	»	» 23.2—	» 12.8
» 75	»	» 22.5—	» 13.5
» 80	»	» 21.9—	» 14.1
» 85	»	» 21.3—	» 14.7
» 90	»	» 20.7—	» 15.3

Traduciendo estos resultados en una fórmula jeneral, se puede establecer la siguiente:

$$M = \frac{C+A}{1+T}$$

en la que:

C representa el costo actual por quintal de salitre en cancha de una oficina.

A el costo que afecta al quintal producido por la evaporacion.

T el aumento de produccion por quintal, debido a la evaporacion.

M el costo total a que se reduce el quintal de salitre en cancha.

La *utilidad* o sea *menor* costo de elaboracion en cancha seria la diferencia entre C i M , o sea

$$C-M = C - \frac{C+A}{1+T}$$

i haciendo $C - M = X$, se tendrá la fórmula:

$$X = C - \frac{C+A}{1+T}$$

De aquí

$$X = \frac{CT-A}{1+T}$$

Esta fórmula manifiesta que esta utilidad será tanto mayor cuanto mayor sea C , es decir, el precio de costo actual de la elaboracion ordinaria i que permaneciendo C constante, el mínimo de la diferencia X de costo o sea $X=0$, será cuando $CT - A = 0$, o sea

$$C = \frac{A}{T}$$

i el máximo cuando $T=1$ que daría para

$$X = \frac{C-A}{2}$$

que representaría el menor costo por la extraccion *total* del salitre contenido en el caliche.

Un procedimiento de evaporacion económico, sirve como se ve, de base para mejorar la elaboracion de salitre, aumentando su rendimiento cualquiera que sea el sistema en uso para producir la disolucion de esa substancia de los aparatos corrientes de las actuales oficinas: sea que se reduzca el material por medio de la trituracion a trozos mas o ménos gruesos o se muele hasta polvo fino segun su naturaleza i composicion lo exijan, i que en seguida se proceda a su tratamiento sea en caliente o en frio en los disolvedores o cachuchos, se filtren o nó los r sidos producidos por las manipulaciones a que se someta el todo o parte de ese material.

La causa de esa mayor extraccion o rendimiento que constituyen el objetivo, el problema, cuya solucion se ha buscado, proviene de que poniéndose en mano del industrial, un aparato que tiene las ventajas ya enumeradas, le permite hacer un lavado completo de su caliche, empobreciendo los residuos que se botan a los desmontes, de la sustancia útil que se deberia aprovechar toda, si fuera posible.

Téngase presente para atribuirle la importancia que debe tener *cualquier medio* que se use para obtener *sólo uno por ciento* mas de la lei que hoy se aprovecha en esta industria, que de 500 millones de quintales de caliche que se esplotan actualmente al año, ese uno por ciento representa 5 millones de quintales de salitre que a 8 chelines a bordo equivalen a un valor de \pounds 2.000.000, de las cuales el Fisco deberia recibir \pounds 583.333.

Esta cifra habla mas claro que cualquier razonamiento i deberia ser suficiente estímulo para que se tratara de ayudar a recojer i aprovechar lo que por ignorancia o por desidia se deja perder casi sin recuperacion posterior posible en los montones de ripios que se van acumulando en las pampas del desierto.

Pero no es sólo la reduccion del costo en cancha lo que únicamente se busca, sino especialmente la mayor produccion con el mismo material.

Para manifestar lo que esto importa, vamos a dar un ejemplo numérico.

Supongamos una oficina que produce actualmente 40 mil quintales de salitre al mes i que esta produccion con relacion al contenido de salitre de la masa de caliche empleada corresponda a un rendimiento de 65%, lo que pocas obtienen.

El uso de un mayor lavado de los ripios consigue fácilmente una extraccion de 75% como hemos podido comprobarlo en las peores condiciones. Esto daria un aumento de 15.36% en la produccion, la que se elevaria así a 46,144 quintales.

El costo por quintal segun la fórmula establecida con evaporacion a 3.48 peniques por quintal i un costo corriente de 36 peniques de elaboracion será 34.2 Economía 1.8 peniques.

Supóngase todavía que la utilidad que esa oficina obtiene ordinariamente por quintal sea de 18 peniques con salitre a 7/10 a bordo.

La mayor utilidad producida por el uso de la evaporacion seria entónces la siguiente:

Reduccion en el costo de la produccion:

De 46,144 quintales a 1.8 peniques.....	83,059 peniques
De 6,144 » a 18 » 	110,592 »
<hr/>	
TOTAL.....	193,651 peniques

o sean \$ 19,365 de 10 peniques al mes i \$ 232,300 al año.

Esto da un aumento sobre la utilidad calculada de la oficina de 37.77%.

Una oficina de igual poder productor i en la que por la calidad de sus caliches se pueda aumentar su rendimiento de 65 a 80%, o sea un aumento de produccion de 23% fácilmente obtenible con el mismo costo ordinario de 3 chelines i 3.48 peniques de evaporacion, daria, aplicando la fórmula,

$$\frac{36+3.48}{1.23}$$

n costo de 32 d. i una economía de 4 d.

u Aplicada a los 49,200 quintales obtenidos, da una utilidad por menor costo, de 197,800 peniques, i por la mayor produccion, a los 18 peniques calculados, 165,600, lo que representa una utilidad mayor mensual de 361.800 peniques o sean \$ 36,180 de 10 peniques.

Esto es un aumento de 53% sobre la utilidad actual de la oficina.

Ahora bien, tomando la produccion en conjunto de todas las oficinas i suponiendo un aumento de 55 a *solo* 75% en el rendimiento correspondiente a la produccion normal de 60.000,000 de quintales de salitre al año, representaria 21.800,000 quintales mas de salitre producido con el uso de la evaporacion.

Vendidos a 7 chelines a bordo da £ 7.600.000 como valor ofrecido al mercado de letras.

Suponiendo un costo medio corriente de 13 chelines en cancha, usando la evaporacion, se reduce en 7 peniques dejando una utilidad adicional para el productor, de £ 2.380,000 sobre la produccion total de 81.800,000 quintales i por el mayor rendimiento de 21.800,000 a 8 peniques de utilidad con precio de 7 chelines a bordo, de £ 727,000.

Total £ 3.107,000 al año, hoy perdidas en los desmontes, ripios i residuos.

No está demas indicar, que el Fisco pierde por falta de percepcion de derechos, £ 2.540,000 por ese aumento que deberia tener la produccion i que si ese exceso de entradas o parte de ellas las invirtiera en rebajar los derechos o las repartiera a prorrata de los esportadores para reducir el precio en el mercado, ayudaria poderosamente a combatir los abonos azoados que amenazan con su competencia en tiempo no lejano.

Estos números bastan i sobran para dejar comprobada la influencia económica que tiene un buen evaporador en la elaboración de salitre, constituyendo así una base fundamental de mejoramiento en la industria.

Santiago, Octubre de 1915.

RESÚMEN DE LAS CONDICIONES QUE PUEDE LLENAR EL «EVAPORADOR PRIETOMATUS» DE LA «SOCIEDAD ELABORADORA DE SALES PATENTE PRIETOMATUS» APLICADO A LA ELABORACION DE SALITRE, SUS VENTAJAS, ECONOMÍAS QUE PRODUCE I AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE SALITRE SOBRE UN MISMO MATERIAL COMPARADO CON OTROS SISTEMAS DE TRABAJO.

1.º Reducido costo del aparato i aplicable a cualquiera oficina en trabajo aprovechándose todas sus instalaciones. El costo puede estimarse a razon de $2\frac{1}{4}$ chelines multiplicados por el número de quintales beneficiados por mes en la oficina. Así, una que elabore 50,000 quintales, el costo de la planta evaporadora seria alrededor de £ 5,600.

2.º Eficacia de la evaporacion producida o sea proporcion del consumo de petróleo al agua evaporada 1 a 20.

3.º Rapidez de la evaporacion o sea aumento de la densidad de las soluciones que se evaporan: un grado Twaddle o sea 0.005 de aumento de densidad por cada 5 minutos de tiempo empleado en la evaporacion.

Usando soluciones de 85º TW. i subidas a 105º, aptas para cristalizar demora 1 hora 40 minutos.

Tiempo ocupado en la carga i descarga del Evaporador, 20 minutos.

4.º Proporción de petróleo quemado en la evaporacion con el salitre producido en cancha, 1 a 22.

5.º Incrustaciones de sales en el aparato, ninguna.

6.º Acidos libres producidos, ninguno.

7.º Sal como producto secundario, mui pura i puede hacerse comerciable.

8.º Agua condensada producto de la evaporacion, completamente pura, la que puede condensarse i recojerse casi en su totalidad, i aprovechar gran parte del calórico de la condensacion del vapor.

9.º Operarios en el manejo del aparato, dos por guardia.

10. Reparaciones del aparato, casi ninguna.

11. Eliminacion de borras en el tratamiento, que ocasionan siempre una fuerte pérdida de salitre.

12. La lei de los ripios puede reducirse a los términos mínimos que se quiera, debido al empleo de agua abundante para lavarlos.

13. Costo de la evaporacion por quintal de salitre en cancha, 3 peniques.

14. El rendimiento de los caliches, o sea el tanto por ciento de la extracción o aprovechamiento del salitre contenido en el caliche, puede subir de 50 a 60, que es lo que ordinariamente se obtiene, a 90 i mas por ciento segun la naturaleza, calidad i composicion de la materia que se elabora.

Esto importa una reduccion notable en el costo por quintal en cancha i un aumento considerable en la produccion con la misma cantidad de materia prima elaborada.

Santiago, Noviembre de 1915.

MANUEL A. PRIETO



Situacion de los Mercados de minerales, metales y combustibles en Europa*

(8 de Diciembre de 1915)

COBRE. — Las estadísticas publicadas el 1.º del corriente muestran una disminucion en los *stocks* de 2,000 toneladas; pero como los embarques de Chile i Australia han aumentado, la baja de los *stocks* en realidad sólo ha sido de 623 toneladas.

Los negocios en cobre con los consumidores ingleses no han sido mui activos, pero los precios del metal refinado se han sostenido con gran firmeza. En América parece ser que ha disminuido el movimiento de compra, aunque todavia la cantidad de metal absorbida por el consumo es enorme. La prensa ha publicado estos últimos dias la noticia de que Alemania habia comprado grandes cantidades de cobre en América para ser entregados despues de la guerra. Se teme que esta sea una noticia lanzada con ánimo de especular sobre el mercado, aunque bien pudiera ser cierta ya que muchas personas opinan que la gran demanda de metal tendrá lugar cuando se firme la paz.

Se cotiza en Lóndres: *standard* £ 78 a £ 78.10.0 al contado i £ 79 a £ 79.5.0 tres meses; *best selected*, £ 97 a £ 98, i electrolítico, £ 98 a £ 99.

PLOMO. — El mercado del plomo ha sido mui activo en la *Metal Exchange* donde los especuladores han mostrado alguna ansiedad por adquirir metal. Hai demanda para entregas próximas i para entregas a plazos i se han realizado algunas transacciones hasta para entregas en Abril del año próximo. Los precios firmes, habiéndose cotizado embarques próximos a £ 28.17.6.

(*) Tomado de la Revista Minera, Madrid, Diciembre 8 de 1915.

Segun noticias recibidas de América, la casa J. P. Morgan & Co., en representacion de los Gobiernos inglés i francés, ha comprado 15,000 toneladas de plomo en Galápagos en Noviembre para embarques en los tres meses siguientes. El negocio se dice que ha sido hecho de 5 a 5,25 centavos por libra. Se han pagado 5½ centavos para embarques en todo el año 1916.

ZINC. — Continúa la demanda de metal que escasea para entregas en los dos próximos meses, debido a que los suministros de América han disminuido a causa de las dificultades en los fletes. Sin embargo, los precios, en simpatía con los otros metales, han bajado cotizándose en Lóndres de £ 89 a £ 79.

MINERALES DE HIERRO. — En Bilbao, segun nuestro colega *Informacion*, se nota alguna animacion en el mercado de minerales, pero es para los carbonatos i los rubios bajos en fósforo i exentos de otras impurezas. El pedido para esta clase de minerales es bueno; pero los precios que se ofrecen no corresponden en jeneral, salvo circunstancias especiales, a las aspiraciones de nuestros mineros.

Se han realizado bastantes transacciones para embarque en el próximo año, i hai que anotar, puesto que afecta en bastante consideracion al capital vizcaíno, que se han realizado algunas ventas de los minerales de la costa norte-africana, donde ese capital está interesado.

Se han adjudicado ya algunas partidas de mineral, de las que, como decíamos en nuestro número anterior, se habian sacado a subasta entre los diversos compradores.

Para embarque durante este año se conoce la venta de un cargamento de rubio a 10.

Para embarque en el año próximo se conoce la venta de 6,000 toneladas rubio de primera, a 13/6; la de 10,000 toneladas, tambien de primera, a pesetas 16/50; la de 5,000 toneladas de primera, a pesetas 17/10; la de 3,000 toneladas de primera, a pesetas 16/55; la de 5,000 toneladas de primera, a pesetas 17/10, i la de 15,000 toneladas, a 13.

De rubio lavado, algo mas inferior, pero bajo en fósforo, se conoce la venta de 15,000 toneladas, a 9/9; la de otra partida de 10,000 toneladas, a pesetas 13/50, i la de 7,000 toneladas, rubio silicioso, pero grueso, a 8/9.

De carbonatos, se han vendido 12,000 de primera, a 13/; otra partida de 10,000, tambien primera, a 13, i unas 5,000 toneladas de calidad mas inferior, a 11/6. Todas estas ventas son f. a. b. Bilbao telquel.

De mineral rubio del Riff se han vendido 20,000 toneladas a 15/9 con 60% hierro de garantía i escala de 3 peniques, i de mineral tambien rubio,

para embarque en Melilla, se han vendido tres cargamentos a 12 /, con garantía en hierro de 55% i escala de 3 peniques.

Los fletes corrientes con mineral el 30 de Noviembre próximo pasado desde Bilbao a los puertos que se espresan son:

Cardiff 14; Newport 14/6; Workington 18; Marryport 17/6; Briton Terry 15; Glasgow 19; Ayr 18/6; Newcastle 17/9; Middlesbro 18; West Hartlepool 17/10½, i Heysham 20.

El mineral embarcado por Bilbao, Castro i Santander, respectivamente durante el mes de Noviembre de los cinco años que se espresan es:

	1911	1912	1913	1914	1915
Bilbao.....	209,207	265,080	217,328	134,069	162,365,570
Castro.....	30,313	48,675	37,531	15,382	29,735
Santander.....	77,979	60,741	63,732	26,429	32,303

En Inglaterra el mercado de hierro de Cleveland continúa bastante firme a pesar de las fluctuaciones en los precios de los préstamos sobre los *stocks*, debido en parte al afán de asegurar beneficios sobre la reciente subida de los mercados.

El cierre del mercado de Glasgow el viérnes último, fué con firmeza i con tendencia a subir.

La demanda ha sido la mayor conocida desde hace mucho tiempo, i muchas transacciones se han verificado al terminar la última semana.

Los *stocks* continúan bajando.

El lingote gris número 3 de Cleveland, G. M. B., se cotizó a 72; el número 1, mui firme, a 74/6; el número 4 de fundicion a 77/6 i el de forja a 71. El atruchado i blanco a 70/6 cada una de las clases.

El hematites de la costa Este ha obtenido nueva alza, no siendo posible adquirirlo ántes de fin de Marzo del año próximo i ello a 125, cotizándose ya a 130 para entrega mas allá del mes citado.

Tambien el mineral rubio de Bilbao ha participado de esta alza debido a la subida del flete, cotizándose a 33 i 33/6 c. i. f. Middlesbro en las condiciones conocidas del Tees, habiéndose vendido ya algunos cargamentos a esos precios.

El cok mui escaso i firme, cotizándose el Medium Blast Furnace a 33; The Coal Coalition Board ha garantizado un aumento de 5% en los salarios de los obreros mineros.

CARBONES. — Carbones asturianos:

	Pesetas
Cribado.....	43.00
Galleta.....	41.00
Granza.....	36.00
Menudos.....	29.00

Estos precios son a bordo en puertos de embarque.

Carbones extranjeros:

Cardiff, almirantazgo superior.....	Nominal.	
Newport, cribados.....	17	18
» menudos.....	12	13
Newcastle, cribados de vapor.....	19	19/6
» menudos.....	10/6	11
» cok de fundicion.....	32/6	35
» cok de gas.....	27	28

PLATA. — Standard, 27 d; fina, $29\frac{1}{8}$ d.

ANTIMONIO. — Nominal.

ALUMINIO. — Nominal.

MERCURIO. — £ 16.10.0 por frasco.

NÍQUEL. — £ 225 por tonelada.

PLATINO. — 210 s. por onza.

BISMUTO. — 10 s. por libra.

CADMIO. — 7 s. a 8 s. por libra.

SULFATO DE COBRE. — £ 45 a £ 46 por tonelada.

MINERALES. — *Molibdenita* (90% $M^o S_2$ mínimo), 105 s. por unidad.
Wolfram (70% WO_3 puro), 55 s. por unidad.

Scheelita (70% WO₃), 55 s. ídem.

Mineral de cromo. Precio vase de 50% Cr₂O₃, 130 s. por tonelada; escala 2 s. 6 d.

LATÓN. — *Alambre*, 1 s. 1 7/8 d. por libra.

Tubos, 1 s. 2 2/4 d. ídem.

Planchas, 1 s. 2 3/8 d. ídem.

ÚLTIMOS PRECIOS DE LÓNDRES

Telegramas de la Casa *Bonifacio López, Bilbao*:

<i>Cobre</i> .—Cobre standard, a tres meses.....	£ 78.10.0
— Best selected.....	97.10.0
<i>Estaño</i> .—G. M.....	173.0.0
— Inglés, lingotes.....	171.0.0
— — barritas.....	172.0.0
<i>Plomo</i> español sin plata.....	27.15.0
<i>Plata</i> .—En barras standard por onza. Peniques...	27

MERCADO SIDERÚRJICO ESPAÑOL

Precios de la *Central Siderúrgica*:

	Pesetas por 100 Kilogramos
Redondos i cuadrados, segun dimensiones.....	De 32 a 36
Pletinas i llantas, segun dimensiones.....	De 32 a 34
Flejes, segun dimensiones.....	De 35 a 44
Angulos i T.....	34
Vigas I de 8 cm. a 24 cm.....	De 32 a 33
» de 25 cm. a 32 cm.....	34
Hierros en U de 3 cm. a 14 cm.....	34
» » de 16 cm. a 24 cm.....	35
Chapas de 5½ i mas milímetros.....	35
» de 3 a 5 milímetros.....	37
Planos anchos.....	35
Chapas para calderas.....	38
Hierros comerciales al carbon vegetal, sobreprecio.....	2

Comparacion de precios medios en Inglaterra de *minerales de hierro, lingote, hierros i aceros comerciales:*

PRODUCTOS	Nbre. 11. 1915		Nbre. 4. 1915		Nbre. 12. 1915	
	s.	d.	s.	d.	s.	d.
<i>Mineral de hierro:</i>						
Rubio, Middlesbrough.....	33	0	33	0	20	0
Hematitis (Costa Oeste, en las minas)...	...		...		...
<i>Lingote:</i>						
Fundicion número 3, Middlesbrough.....	73	0	73	3	51	6
Warrants Middlesbrough.....	72	10	72	10	51	4
» escoceses, Glasgow.....	78	10½	78	10½	57	1½
» de hematites, W. Coast.....	...		...		...
<i>Hierros:</i>						
	£. s. d.		£. s. d.		£. s. d.	
Barras, S. Staffordshire.....	12	10 0	12	10 0	9	0 0
» comunes.....	12	5 0	12	0 0	7	7 6
Carriles de acero.....	9	12 6	9	12 6	6	7 6
Chapas galvanizadas.....	25	0 0	25	0 0	11	12 6
Angulos, Middlesbrough.....	10	15 0	10	15 0	7	5 0
» Glasgow.....	11	5 0	11	5 0	6	12 6
Planchas para la marina, Middlesbrough.	11	0 0	10	0 0	7	5 0
» Glasgow.....	11	0 0	11	0 0	7	10 1
» para calderas, Glasgow.....	11	15 0	11	0 0	7	5 0
Hojalata Bessemer, South Wales.....	20/6	21/0	20/0	20/6	0	12 9

El porvenir de las naciones desde el punto de vista hullero (*)

Perfectamente visibles eran, ántes de estallar la guerra europea, los principios básicos, aseguradores de una intensa actividad nacional en el dominio del comercio i de la industria; i esos elementos aparecen hoy, claros i convincentes cual nunca, cristalizados en los factores que alimentan el pasmoso desconcierto.

Radica, efectivamente, el *modus operandi* de la colosal lucha: por un lado, en el armamento i accesorios de hierro i acero, elevados a cantidades prodijiosas, desde el revólver hasta el cañon de 42, desde el automóvil transportador de soldados, hasta el camion de la Cruz Roja; desde el submarino hasta el acorazado, resultantes de una industria metalúrgica colosalmente desarrollada; i por otro lado, en la red ferroviaria, tupida i estensa en grado superlativo, a traves de los Imperios Centrales, sobre todo, para el movimiento rapidísimo de ejércitos enteros, pertrechados en la medida máxima imaginable, consecuencia, asimismo, de la expansion portentosa de la siderurjia nacional. I esos dos asientos solidísimos, imprescindibles del poder guerrero de las comunidades, no alcanzan esa vida pletórica, ese vastísimo poder destructor i defensivo, sino apoyados sobre un magno insólito, potencial representativo de la total actividad por la comunidad alcanzado, cuya base natural no es otra que la pingüe riqueza hullera, aprovechada sin cesar en proporciones asombrosas.

Lo decíamos en nuestro anterior artículo referente a la cuestion carbonífera en España: habria resultado imposible la sorprendente dilatacion jeneral de los Estados Unidos, Inglaterra, Alemania, Béljica, Francia, Austria-Hungría, sin estraordinarias reservas de combustible, utilizadas en enorme escala, propulsoras de todo linaje de actividades fabriles i ferroviarias dentro de las naciones. Por eso, ante el raquitismo de la economía de España, apuntábamos la necesidad de que cooperase poderosamente nuestro Gobierno al desarrollo de la produccion hullera, toda vez que la iniciativa particular, mas o ménos acobardada durante estos últimos tiempos, por los escasos beneficios de las empresas de ese linaje, fundadas de 1895 a 1910, no se decidia a establecer otras nuevas.

Ya en Junio del corriente año—suscrito por el sabio ingeniero de minas señor don Luis de Adaro, cuya reciente muerte deploramos todos,—fué

(*) Tomado de la *Revista Minera*, Madrid.

presentado al señor Dato un informe luminoso, proponiendo la adopción inmediata de ciertas medidas conducentes a un aumento notable de los aprovechamientos de carbon en la península. I trascurren los meses sin que esa magna cuestión se resuelva, sin que los pilotos de la nave patria se den cuenta de su fragilidad, de la precisión de un radical remedio indemostrable, al objeto de que nuestro rendimiento carbonífero alcance la dilatación máxima que permitan las diversas cuencas, susceptibles, sin duda alguna, de una producción de 10 a 12 millones de toneladas por año, frente a los míseros 4½ millones que hoy se extraen. Representa, por lo demás, nuestro consumo por habitante—a razón de una demanda global de 7½ millones de toneladas anuales—unos 35 kilogramos, al paso que el coeficiente individual señala en Bélgica 340 kilogramos, en Alemania 420, en Inglaterra 450.

Aceptemos la realidad tal cual es. El futuro potencial económico de las naciones, el respeto que inspirarán, se hallará en razón directa de la fuerza motriz de que podrán disponer, aplicada a un conjunto amplísimo de actividades, la ferroviaria inclusive. Desde luego que deben ser comprendidas en ese cálculo las reservas hidráulicas, como igualmente la riqueza en petróleo; de otro lado, los adelantos científicos—aparte el ya practicado obtención del nitrógeno del aire—facilitarán la generación de fuerza por sistemas hoy desconocidos. Tal vez, sobre la zona ecuatorial, surjan, en un porvenir no lejano, aprovechamientos inauditos de calor, transformable en electricidad, ni soñados hoy.

Pero es evidente que, durante largo tiempo, han de ser más fuertes i más prestigiosas que las demás, las naciones dueñas de vastas reservas de hulla i utilizadoras en escala marina de ese combustible, maravilloso de suyo, como manantial que es de numerosos productos químicos. Veamos, para fijar ideas, cuáles son los pueblos que registran mayores cantidades de carbon, según investigaciones recientes. He aquí las cifras expresadas en unidades de millones:

EUROPA	Cantidades reconocidas	Reservas probables	TOTALES
Alemania.....	104,178	319,178	423,356
Gran Bretaña e Irlanda.....	141,178	48,034	189,533
Rusia.....	69	60,03y	60,106
Austria-Hungría.....	15,559	40,034	55,593
Francia.....	4,503	13,079	17,583
Bélgica.....	6,000	5,000	11,000
España.....	6,220	2,548	8,768
Spitzberg.....	0	8,750	8,750
Italia (?).....	52	191	343

EUROPA	Cantidades reconocidas	Reservas probables	TOTALES
ASIA			
China.....	18,666	976,921	995,587
Siberia.....	(?)	173,879	173,879
India.....	446	78,555	79,001
Indo-China.....	(?)	20,002	20,002
Japon.....	968	7,002	7,970
AFRICA			
Transvaal.....	(?)	36,000	36,000
Natal.....	(?)	9,300	9,300
Zululandia.....	(?)	6,000	6,000
Otras rejiones del Sur de Africa..	(?)	4,800	4,800
Rhodesia.....	419	150	569
AMÉRICA			
Estados Unidos.....	(?)	3,838,657	3,838,657
Canadá.....	414,804	819,465	1,234,269
Colombia.....	(?)	27,000	27,000
Chile.....	2,082	966	3,048
Perú.....	(?)	2,039	2,039
OCEANÍA			
Australia.....	2,289	163,253	165,542
Nueva Zelanda.....	1,001	2,385	3,386
Islas Holandesas.....	774	537	1,311

No responde, sabido es, la actual extraccion de hulla, comunidad por comunidad, proporcionalmente a las cifras arriba señaladas; los siguientes guarismos, representativos de la extraccion de hulla en 1913, enunciados en millones de toneladas (cifras redondas), darán una idea concreta de la actividad a ese respecto predominante en las principales comunidades productoras:

Estados Unidos.....	500
Inglaterra.....	285
Alemania.....	275
Francia.....	42
Austria-Hungría.....	41

Rusia.....	30
Bélgica.....	24
Japon.....	15
China.....	14
India.....	13
Canadá.....	13
Australia.....	10
Africa Meridional.....	5.5
España.....	4.5
Nueva Zelanda.....	2.5
Méjico.....	2.5
Italia.....	0.5
Suecia.....	0.3
Otros países.....	8
<hr/>	
TOTAL.....	1,285.8

Tengámoslo mui presente: el rango de las naciones en el porvenir lo marcarán, salvo raros casos, los indicados coeficientes de fuerza motriz. Seguramente que en Asia, Africa i la América del Sud, no han sido aún descubiertas todas las riquezas de hulla que contienen; posible es, de otra parte, que los países ya conocidos atesoren nuevos yacimientos; tal vez dentro de España, en la meseta de Castilla, se descubran, a grandes profundidades, importantes criaderos de carbon. De cualquier modo, la precedente estadística señala potenciales de fuerza motriz bien aquilatados, que denuncian ya futuras hejemonías incontestables.

Por lo que atañe, por ejemplo, a Alemania, Inglaterra, Rusia, Austria-Hungría, Francia i Bélgica, bien se colije que, precisamente, sus reservas de combustible han de facilitar su reconstitucion rápida, i esas naciones poseedoras a la vez, casi todas, de estensos criaderos ferrujinosos, i aplicando a todas sus industrias métodos cada vez mas científicos, entrarán de nuevo en la lucha por la vida dentro de la paz con bríos asombrosos, haciendo mui difícil la existencia de los pueblos entregados al empirismo, a la molicie, a la esplotacion mezquina de sus riquezas naturales, a una industria fabril rudimentaria.

Claro está que, no obstante su fecundo enlace con la América Latina, llamada sin duda, a favorecerle notablemente i por grande que sea su empeño, no conseguirá España alcanzar un ensanche verdaderamente magno de su economía, dotado cual se halla su territorio de pequeñas reservas de hulla, mui inferiores a las que otras naciones atesoran; le es posible, sin embargo, a todas luces, acrecentar en alto grado su riqueza pública, elevando su produccion hullera anual de los 4½ millones que hoi acusa, a los 12 millones

que, por lo ménos, debiera el pais consumir, la cifra que Italia absorbe, mediante un activo movimiento fabril i ferroviario, alimentado, en parte, este último, por intenso turismo, ejemplo global que puede imitar España, empezando por la inmediata construccion de la nueva red de 10,000 kilómetros de vías de un metro, aprobada con la lei de garantía.

Se impone a todas luces, en la Península medidas extraordinarias. Grave responsabilidad recaerá sobre nuestros Gobiernos, si no sabe aprovechar las condiciones, tan singulares, que la conflagracion europea orijina. El camino a seguir en nuestro pais, por lo que al carbon afecta, no deja lugar a dudas: es el señalado, detalladamente, en la instancia firmada por la mayor autoridad que teníamos en ese ramo, el ingeniero de minas, señor don Luis de Adaro.

JULIO DE LAZÚRTEGUI.

Índice Jeneral del Boletín de 1915

B

	PÁJS.
Borato, El impuesto al.....	3
Bosquejo del estado actual de la industria minera del cobre en el extranjero i en Chile..... 118, 178, 319,...	357
Benito, Fernando.....	149
Braden Copper Co. (seccion informativa).....	167
Boratera, La industria.....	204
Bibliografía.....	259
Brüggen, Johannes, Dr.....	261

C

Chile en 1914.....	42
Cobre en Chuquicamata, Lixiviacion i precipitacion electrolítica del	109
Cobre en el extranjero i en Chile, Bosquejo del estado actual de la industria del..... 118, 178, 319	357
Carbon, Notas acerca de la ventilacion de las minas de.....	149
Compañía Huanchaca de Bolivia (seccion informativa).....	156
Compañía de Lota i Coronel (seccion informativa).....	164
Congreso Chileno de Minas i Metalurjia.....	169
Compañía Minera de Arauco (seccion informativa).....	241
Comentarios extranjeros sobre el impuesto de esportacion.....	432
Crítica de las opiniones sustentadas por el señor Santiago Marin Vicuña sobre nacionalizacion de nuestra industria minera.....	445
Cotizaciones del cobre durante el año 1915.....	529

	ÁJS.
D	
Díaz Ossa, Ignacio.....	5-470
E	
El impuesto al Borato.....	3
Esploraciones de los terrenos salitreros en territorio peruano.....	21
Estado actual de la minería en la provincia de Coquimbo i descripción de sus yacimientos mineros mas importantes.....	5
Estaño de Chile, La fundicion de.....	174
Estadística minera de España, año de 1913.....	217
Elaboracion de Salitre.....	510
El porvenir de las naciones desde el punto de vista hullero.....	524
F	
Fierro en Normandía, El.....	419
Fundicion de Estaño de Chile, La.....	174
G	
Guzman, José M.....	21
Gandarillas Matta, Javier..... 44, 118, 178, 319, 357,	445
H	
I	
Impuesto al Borato, El.....	3
Industria minera en 1914, La.....	105
Industria Boratera, La.....	204
Impuestos mineros en el Perú.....	210
Impuestos de esportacion, Comentarios extranjeros sobre el.....	432
L	
Lixiviacion i precipitacion electrolítica del cobre en Chuquicamata...	109
Los efectos de la guerra europea sobre la industria española... 139,	235
La fundicion de estaño de Chile.....	174
La industria Boratera.....	204
Los impuestos mineros en el Perú i el contrato con la Borax Consolidated.....	222
Las rejiones carboníferas de los Alamos i del norte de la provincia de Arauco.....	261

Lei Prusiana.....	354
La minería ante el proyecto de contribuciones.....	428
Las pizarras bituminosas de Lonquimai.....	498

M

Monografía sobre el estado actual de la minería en la provincia de Coquimbo i descripción de sus yacimientos minerales mas importantes.....	5
Memorandum sobre política salitrera presentado al Honorable Consejo Salitrero.....	44
Martínez, Osvaldo..... 105,	204
Movimiento industrial en 1913 de las minas, canteras i oficinas metalúrgicas de Italia.....	286
Mazetti, L.....	286

N

Notas acerca de la ventilación de minas de carbon.....	149
Normandía, El Fierro en.....	419
Nacionalización de nuestra industria minera.—Crítica de las opiniones sustentadas por el señor Santiago Marin Vicuña sobre...	445

O

Ortúzar Bulnes, Adolfo.....	53
Oruro, Compañía minera de (sección informativa).....	241

P

Política salitrera presentada al H. Consejo Salitrero, Memorandum sobre.....	44
Puntos de vista chilenos.....	53
Peña, Luis de la..... 139,	235
Perú, Impuestos mineros en el.....	210
Porvenir de las naciones desde el punto de vista hullero.....	524
Proyecto de contribuciones, La minería ante el.....	428

Q

Química práctica de las fundiciones de cobre.....	470
---------------------------------------------------	-----

R		PÁJS.
Reseña sobre lostrabajos en el mineral de El Tofo.....		434

S

Seccion Informativa.....156,	241
Société des Mines de Cuivre de Naltagua (Seccion Informativa)....	168
Société des Mines de Cuivre de Catémou (Seccion Informativa).....	463
Situacion de los Mercados de minerales, metales i combustibles en Europa.....	439
Situacion de los Mercados de minerales, metales i combustibles en Europa (8 de Diciembre de 1915).....	518

T

Terrenos salitreros en territorio peruano, Exploracion delos.....	21
Tofo, Reseña sobre los trabajos en el mineral de El.....	434

V

Valdes G., Enrique.....	428
Vega Gallo, Hermójenes.....	434
