
BOLETIN

DE LA

SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA

DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

PRESIDENTE
José de Respaldiza

Aldunate Solar, Carlos
Besa, Carlos
Búlnes, Gonzalo
Coo, José Luis
Cousin, Luis

VICE-PRESIDENTE
Moises Errázuriz

Prieto, Manuel A.
Sotomayor, Justiniano
Sundt, Lorenzo
Valdes Cuevas, Antonio
Valdivieso Amor, Juan

SECRETARIO
Orlando Ghigliotto Salas

Compañía minera aurífera de Alhué

III.—CONSIDERACIONES ECONÓMICAS

La Compañía aurífera de Alhué es una Sociedad, por acciones en número de 4,500 i de un valor de 10 libras esterlinas cada una, de manera que su capital social alcanza a 45,000 libras esterlinas o sean \$ 600,000 moneda corriente. Las acciones se dividen en acciones *libradas* i acciones *pagadoras* en número de 3,000 las primeras i 1,500 las segundas.

Segun la quinta memoria de esta Sociedad correspondiente al último semestre del año próximo pasado, en la cuenta de ganancias i pérdidas, se habia tenido una entrada de \$ 55,345.96 provenientes de cuentas pendientes, intereses i descuentos, pulpería i produccion de pasta metálica; i un gasto de \$ 33,359.59 sin contar los dividendos i fondos de reservas, etc. A la produccion de oro correspondian de las entradas \$ 52,041.79 siendo los gastos de \$ 33,359.59 compuestos de los gastos de beneficio, explotacion, pólvora dinamita, aceite i gastos jenerales.

Tomando en cuenta únicamente la entrada que corresponde a los productos de pastas habria tenido la Sociedad una utilidad líquida de \$ 18,692.20.

Durante el semestre citado se han explotado i beneficiado por amalgamacion 3,510 toneladas con una lei media de 14 gramos por tonelada, obteniéndose de este

beneficio 22,920.98 gramos de oro con un valor de \$ 41,736.52. En la cianuración solamente se beneficiaron 1,677 toneladas, porque solo al fin del semestre quedó este sistema en marcha normal, obteniéndose 7,611 gramos de oro junto con las virutas i polvos de zinc. Este producto que tiene como término medio 3 a 4 por ciento de oro se envió a Europa i aun no se tienen los datos respecto a su valor fijo; pero el Banco de Chile i Alemania, por cuyo conducto se hizo la remesa, ha abonado a cuenta la suma de \$ 10,305.27.

Segun los datos de la misma memoria se ha extraido por amalgamación el 45 por ciento del oro contenido en los minerales i en la cianuración el 71 por ciento del oro contenido en los relaves beneficiados por ese procedimiento.

En las minas durante el semestre citado se han corrido 151 metros de laboreo, con un gasto de \$ 3,138.13 o sea un término medio de \$ 20 70 por metro de avance,

Si se hubiesen beneficiado por amalgamación i cianuración las 3,600 toneladas que fácilmente pueden tratarse en el plantel actual del establecimiento (sin incluir los pisones que por falta de fuerza motriz no pueden aun funcionar) se habria obtenido en oro la cantidad de 23,688 gramos de oro por amalgamación i 16,344 gramos por cianuración. El primer producto que puede venderse en la moneda a razón de 1,820.89 pesos el gramo habria producido \$ 43,133.25, i el segundo, calculado el gramo a \$ 1.65 que será lo ménos que se obtendrá libre en Europa, habria dado \$ 26,967.60, lo que forma un total de \$ 70,100.85. Los gastos habrian sido los mismos habidos en el semestre mas \$ 6,730.50 por las 1,923 toneladas tratadas por cianuración a razón de 3.50 la tonelada; de manera que la entrada total líquida que puede dar en un semestre el establecimiento en la forma en que se encuentra, seria de \$ 40,090.09. En el semestre a que hacemos referencia se gastaron \$ 3,138.13 en trabajos de reconocimiento i preparación del campo de explotación; en el futuro estos gastos debieran ser mayores hasta tener bien a la vista lo que las minas diversas pueden ofrecer en minerales. Aumentando esta cantidad a \$ 6,000 i dejando un 10 por ciento para fondo de reserva se obtendrá, pues, un beneficio líquido para repartir un dividendo \$ 20,128.85 semestrales, o sea un dividendo anual de \$ 8.95 por acción, lo que corresponde a un 6.71 por ciento anual del capital social, interés relativamente alto tomando en cuenta el gran capital social i la pequeña capacidad relativa del establecimiento.

Aumentando el establecimiento hasta que sea capaz de beneficiar el triple o cuádruple de lo que actualmente beneficia, lo cual podría conseguirse con un capital relativamente insignificante, las ganancias aumentarían a mas del triple o cuádruple i los dividendos serían proporcionales, i el tanto por ciento que produciría el capital social sería de un 20.13 i aun 26.84 por ciento!

I para obtener este resultado el capital necesario no sería mas de unos 60 a 80,000 pesos; sin embargo la Sociedad reparte actualmente dividendos, cuando todo el anhelo debiera ser el reservar sus ganancias para hacer una instalación que corresponda a la abundancia de los minerales i que convierta el negocio en una industria de la magnitud a que está destinada!

Unos tres años sin repartir dividendos, i al cuarto año los accionistas reembolsarían lo que habían dejado de percibir para continuar en seguida recibiendo durante un tiempo indefinido el 20 por ciento del valor de sus acciones!

Las cifras arriba anotadas no permiten a primera vista formarse una idea clara de las ganancias que se obtienen en un negocio de esta especie por unidad de mineral tratada, i aunque de ellas se pueden hacer los cálculos respectivos, preferimos dar los datos tomados directamente en la visita al establecimiento i de las pruebas que allá se han hecho para calcular el beneficio por tonelada.

En una prueba hecha con 418 toneladas de mineral tratado por amalgamacion, con una lei de 8 castellanos o sean 12.5 gramos por tonelada, se obtuvieron los resultados siguientes por tonelada:

Oro extraido 5,266 gramos con un valor de.....	\$ 9.52
Gastos de explotacion, acarreo, beneficio, administracion, etc.....	5.00
	\$ 4.52
Utilidad líquida.....	\$ 4.52

Corresponde esto a una extraccion de 42.13 por ciento del oro contenido en el mineral por la sola amalgamacion.

En la cianuracion se hizo una prueba sobre 432 toneladas de mineral constituido por los relaves de la amalgamacion que dieron el resultado siguiente:

Oro extraido 5,133 gramos con un valor de.....	\$ 9.34
Gastos de beneficio, desgaste, etc.....	3.42
	\$ 5.92
Utilidad líquida.....	\$ 5.92

Se estrajo, pues, por cianuracion el 41.06 por ciento del contenido del oro en el mineral primitivo o el 72.20 por ciento del contenido en los relaves; de manera que en total, por el doble tratamiento, la extraccion ha sido de 83.19 por ciento del oro del mineral.

El beneficio o utilidad de la cianuracion debe rebajarse por cuanto el oro se ha calculado a 1.82, siendo que como va unido al zinc su valor será aproximativamente de \$ 1.65, de manera que el valor de los 5,133 gramos será de \$ 8.47 i la utilidad de \$ 5.75. Tenemos, pues, que segun estas pruebas la utilidad por tonelada beneficiado por el doble tratamiento alcanzaria a \$ 9.57.

Podemos estimar los gastos de extraccion i beneficio por amalgamacion de la manera siguiente i por tonelada:

Estraccion.....	\$ 2.35
Herramienta para id.....	0.25
Acarreo incluso operarios.....	0.295
Operarios para la chanca, beneficio, etc.....	0.65
Trabajos de herrería, etc.....	0.20
Alumbrado, mercurio, aceite, etc.....	0.30
Gastos de repuesto.....	0.25
Administracion, etc.....	0.705
	\$ 5.00
Total.....	\$ 5.00

En cuanto a los gastos por cianuración sin calcular gastos de administración que se cargan todos a la amalgamación, tendremos para 24 toneladas un gasto de:

57 kilos cianuro 80 por ciento a \$ 1.30 el kilo.....	\$ 74.10
3 peones con comida a \$ 1.30 cada uno.....	3.90
Ayudante beneficio con \$ 1.70 diario.....	1.70
Zinc, fabricación de las virutas.....	0.40
Reactivos.....	0.20
Repuestos i conservación.....	0.50
	\$ 80.80
Total.....	\$ 80.80

o sea por tonelada un costo de \$ 3,366.

Sin considerar, pues, los gastos de amortización i renovación de maquinaria, tendríamos, un costo total de la tonelada beneficiada por amalgamación i cianuración de \$ 8.366 con una extracción de 83.19 por ciento.

Hagamos ahora ver hasta qué punto son capaces, en vista de estos datos, de producir buenos resultados económicos nuestros yacimientos auríferos de baja ley que tanto abundan en el país en condiciones más o menos tan favorables como las que tiene la Compañía aurífera de Alhué.

El valor de un establecimiento para beneficiar 20 toneladas por día, aparatos de molienda, planchas amalgamadoras, tinajas de cianuración, estanques, cañerías, motor hidráulico, herramientas, etc., no puede ser, incluso galpones i casas, a todo gasto mayor de \$ 75,000 i agregando \$ 5,000 para los primeros reconocimientos i preparación del campo de explotación de la mina tendremos un capital total, *sin incluir valor del yacimiento* de \$ 80,000; de manera que los gastos anuales, calculando 10 por ciento de este capital por amortización i renovación de maquinaria, serían:

Amortización i renovación de maquinaria.....	\$ 8,000.00
Beneficio de 20 toneladas diarias en 360 días a \$ 8,366.	60,935.20
	\$ 68,935.20
Total de gastos en el año.....	\$ 68,935.20

Suponiendo ahora para el mineral una ley de 8 castellanos (ley frecuente en nuestros yacimientos) o sean 12.5 gramos i que la extracción sea de 80 por ciento del contenido, se obtendrán de los 90,000 gramos de oro contenido en el mineral 72,000 gramos de oro extraído, de los cuales la mitad será realizable en nuestra Casa de Moneda i la otra mitad resultante de la cianuración puede calcularse a \$ 1.65 o sea un término medio de \$ 1,735, lo que daría una entrada de \$ 124,920 en el año de trabajo.

Resulta, pues, que las entradas líquidas o ganancias de tal establecimiento sería:

Valor del oro extraido de 7,200 toneladas de mineral de 8 castellanos.....	\$ 124,920.00
Valor de su beneficio.....	68,935.20
	<hr/>
Utilidad.....	\$ 55,984.80

Sin contar, pues, el valor de las minas, se puede obtener en un establecimiento así con un capital de \$ 80,000 una utilidad líquida de \$ 55,984.80!

Haciendo el cálculo para un mineral de solamente 6 castellanos o sean 9,375 gramos por tonelada, se obtendria el producto siguiente:

Valor del oro extraido en 7,200 toneladas.....	\$ 83,690.00
Valor del beneficio.....	60,935.20
	<hr/>
Utilidad.....	\$ 22,754.80

Es decir mas del 25 por ciento del capital invertido en la instalacion de un establecimiento!

I con los datos anteriores a la vista toca preguntar: ¿cómo es que la minería del oro está en nuestro pais relativamente tan atrasada o, aun mas, abandonada? cómo, siendo tan abundantes las minas que alcanzan las leyes en oro que hemos supuesto, no surjen negociaciones de esta especie en número considerable?

Dos son las causas principales que contribuyen a esto: las exigencias jeneralmente exajeradas de los dueños de las minas que personalmente no tienen capitales para implantar un establecimiento de beneficio, i las condiciones económicas jenerales del pais.

Para demostrar el efecto de la primera causa, vamos a analizar lo que pasa en la Compañía de Alhué. De las 4,500 acciones de esta Compañía, hai 1,500 acciones pagadoras i 3,000 liberadas, o como se las llama en la última memoria, efectivas. Las acciones pagadoras cuyo valor es de 200,000 pesos, han pagado hasta ahora aproximadamente 100,000 pesos, con los cuales ha puesto en pié de produccion el establecimiento i que es el único capital efectivo invertido por la Compañía desde su formacion. Las acciones liberadas corresponden al valor en que se han estimado las minas i lo poco que existia en el establecimiento ántes de la constitucion de la Sociedad, i representan un capital de 400,000 pesos.

Ahora bien: Alhué puede producir en marcha normal tal como ahora se encuentra, anualmente la suma de 54,000 pesos aproximadamente i repartir entónces dividendos del 9 por ciento a sus accionistas, lo que corresponde a 18 por ciento para la parte pagada de las acciones pagadoras.

Será, pues, buen negocio en las condiciones actuales para aquellos que, poseedores de las acciones pagadoras, han entregado su capital para recibir 18 por ciento anual cuando actualmente ese mismo capital invertido en préstamos hipotecarios u otra colocacion puede darles hasta un 12 por ciento i aun un 18 por ciento? Evidentemente que los que han invertido su capital en ese negocio no pueden hoy dia estar satisfechos. Miétras tanto, los tenedores de las acciones liberadas indudablemente

que, obteniendo sobre su capital nominal un interes del 9 por ciento, pueden darse por mui bien remunerados i les convendrá mantener ese estado de cosas; i parece que lo mantendrán desde que actualmente se reparten dividendos en lugar de formar con las entradas un capital que permita dar un ensanche tal a los trabajos i beneficio que la produccion sea doble o aun triple. Esto último, que seria una gran ventaja para los accionistas tanto de las acciones pagadas como liberadas, conviene principalmente a los primeros; pero esas tienen la minoría i por consiguiente están obligados a ejecutar lo que resuelvan los poseedores de las acciones liberadas, a quienes puede convenir recibir desde luego un interes mediocre por sus acciones, que representan un capital nominal.

En estas condiciones los capitalistas naturalmente han de preferir siempre colocar su dinero en préstamos, bonos, etc., aunque obtengan un poco ménos interes, puesto que tienen así una seguridad absoluta, sin ninguna de las contingencias a que pueden estar espuestos en los negocios mineros, que por mui remotas que sean, siempre asustan al capitalista, siendo necesario atraerlo, ofreciéndole un interes por lo ménos de la mitad mas o el doble de lo que percibe al invertir su dinero en negocios que están mas a su vista i que jeneralmente comprende mejor.

Es mui jeneral entre los dueños de minas cuando no tienen capital para llevar adelante un negocio, ofrecerlo por sumas exajeradas, no siendo raro los casos en que, a mas de una suma mas o ménos fuerte en dinero efectivo, exigen aun un derecho de mas del 50 por ciento en la sociedad por formarse, de tal manera que los capitalistas vengan a poner el dinero bajo su administracion! Parece mucho mas lójico que sea el que dispone del capital el que deba quedar con mayoría en una negociacion i así puede invertir el capital a su agrado; por lo ménos en nuestro pais será difícil encontrar quien se contente con lo contrario. Ojalá que en este sentido se reaccione i los mineros dieran a los capitalistas mayores facilidades, tanto mas cuanto que jeneralmente las minas que forman base para una negociacion, con frecuencia no tienen un reconocimiento serio ni mucho ménos presentan un campo listo o por lo ménos suficientemente preparado para la explotacion. De esta manera surjirian pronto numerosas empresas que harian renacer la confianza en nuestra minería, con lo cual ganaria el minero, el capitalista i el pais.

De gran importancia en la decadencia de la minería del oro, como asimismo en la minería jeneral, son las condiciones económicas actuales del pais. Capitales relativamente escasos i que obtienen fácilmente un 12 por ciento de interes anual colocándolos en préstamos hipotecarios, pagarées comerciales, que en bonos alcanzan a producir hasta mas del 10 por ciento, no es fácil que vayan a invertirse en empresas mineras, por mui seductoras que se presenten, ni en ninguna otra industria que difícilmente puede producir intereses tan subidos, i que aun produciéndolos estará siempre sometido a contingencias mayores o menores, no llegando nunca a tener la seguridad de las inversiones comerciales corrientes.

No poca importancia tiene tambien en el estado de postracion actual de nuestra minería, el poco cuidado que con frecuencia se pone en la explotacion de las minas en las cuales lo jeneral es seguir el metal rico despreciando lo que no tiene leyes altas i que, sin embargo, explotado en conformidad a las reglas i con los medios nece-

sarios, daría un buen resultado comercial, sobre todo haciendo la explotación de los minerales de leyes bajas al mismo tiempo que los ricos.

En Alhué se hace en este sentido hasta cierto punto una escepcion: allá se pasan al establecimiento de beneficio todos los minerales que se estraen, sin ninguna eleccion o palla, se beneficia, en una palabra, toda la veta, siempre que tenga un contenido apreciable en oro.

Ojalá que los datos recopilados en este artículo i las observaciones hechas sean de algun provecho para nuestros industriales mineros i que contribuyan a hacer ver el beneficio que puede sacarse de los minerales auríferos de leyes bajas, cuando las condiciones de abundancia, etc., se prestan a un beneficio i explotación barata!

El porvenir de nuestra minería del oro es inmenso e indudablemente pronto se desarrollará en la escala que le corresponde, siempre que se tomen en cuenta para evitarlos, los hechos que se oponen a su ensanche.

G Y.

Fundicion pirítica

POR WM. LAWRENCE AUSTIN, PH. D. DE DENVER, COLORADO, U. S. A.

(Traducido del inglés)

INTRODUCCION

Se comprende con el nombre de fundicion pirítica un procedimiento de fundicion fundado en la utilizacion del poder calorífico de un mineral.

La pirita (Fe S_2), la chalcopirita (Cu Fe S_2), la pyrrotita ($\text{Fe}_7 \text{S}_8$), la pirita arsenical (Fe As S), la blenda (Zn S), la galena (Pb S), etc, son todos minerales que poseen un valor calorífico como combustible metalúrgico, i la fundicion pirítica tiene por objeto aprovechar i utilizar esa cualidad de estos minerales.

Si un mineral contiene en sí mismo el combustible necesario para su concentracion en un producto que puede ser trasportado a un mercado para venderlo con ganancias, lo mas racional para beneficiarlo será aprovechar esta circunstancia, siendo esto tan evidente por sí mismo que no admite ningun argumento. I sin embargo la práctica ordinaria consiste en destruir ese combustible natural por medio de la calcinacion i en seguida fundir con el ausilio de coke, etc., los óxidos, producidos de esa manera.

¿Por qué quemar (calcinar) un mineral que contiene en sí mismo una cantidad suficiente de poder calórico para fundirse, i en seguida fundir el producto quemado con el ausilio de un combustible mas o ménos costoso? O aun cuando se funde un mineral de esa especie en crudo, habiendo evitado la calcinacion, ¿por qué fundirlo con coke como si fuese hierro colado que se va a amoldar? En ambos casos tal procedimiento debe considerarse costoso i estravagante si se puede demostrar que un

mineral rico en sulfuros contiene en sí mismo una fuente de calor que, bien manejado, es suficiente para mantener la temperatura de fusión.

Nadie pensaría en emplear leña para mantener un fuego de carbón después que esté bien encendido, porque todos sabemos que cuando el carbón se ha prendido, es decir, cuando la temperatura se ha elevado al punto en que los compuestos que forman el carbón son capaces de unirse al oxígeno, entonces el carbón sigue quemándose por sí solo i toda adición de leña se hace superflua. El caso es el mismo con la pirita de fierro. Cuando este mineral se ha calentado hasta la temperatura en que sus componentes se encuentran libres para unirse con el oxígeno del aire, será tan innecesario seguir calentando como en el caso del carbón, i en aparatos apropiados esta combustión puede hacerse de manera que se mantenga por sí sola.

Lo anteriormente citado lo vemos verificarse en la práctica cotidiana de la calcinación en pilas. En este proceso las piritas se colocan sobre cierta cantidad de leña para encaminar la combustión i se cubre con material fino que permita regularizar la admisión de aire al interior de la pila. Una vez iniciada la combustión, toda la masa continúa prendiendo hasta que el sulfuro se ha convertido completamente en óxido, hasta donde lo permiten las imperfecciones de este método de tratamiento. En los quemadores de piritas modernos, usados por los fabricantes de ácido sulfúrico, la oxidación es mucho más completa que en la calcina al aire libre en montones i no se necesita ningún combustible después que el Kiln está suficientemente caliente. En ambos casos se aprovecha la combustibilidad de la pirita para llegar al fin deseado i la práctica de estos procesos demuestra que las piritas, una vez iniciada la combustión, continúan quemándose hasta que todo azufre ha sido eliminado i el fierro convertido en óxido. Solamente falta, pues, quemar las piritas de una manera más rápida con el objeto de producir una temperatura suficientemente elevada para fundir toda la masa, i eso en realidad sucede si no se toma cuidado de restringir la cantidad de aire que se admite en los Kilns.

La pirita de fierro pura es un compuesto de fierro i azufre en proporción, en peso, de 46.66 por ciento de fierro i 53.34 de azufre i ambos elementos pueden ser quemados en el aire cuando se establecen las condiciones adecuadas para efectuar su combinación con el oxígeno. Cada cual sabe que el azufre se puede quemar; pero el lego estará con frecuencia dispuesto a aceptar con incredulidad la aseveración de que el fierro puede ser usado como combustible. Que el metal con el cual se construyen hoy día los grandes edificios contra-incendio, sea capaz de arder con tal fuerza que rivalice con el coque, parece simplemente un absurdo. Sin embargo, él sabe que cuando una barra de fierro se calienta a una alta temperatura en la fragua, se quema i emite brillantes chispas. Al quemar fierro mucho depende de la extensión de la superficie expuesta a la acción del aire. Una pesada barra con una superficie relativamente pequeña comparada con su volumen, solamente con mucha dificultad se hará que se queme en circunstancias ordinarias; pero el hierro finamente dividido, obtenido por medios químicos, se prende espontáneamente, (*) i el fierro en el estado que existe

(*) Según Magnus se puede obtener hierro metálico reduciendo el óxido por el hidrógeno a una temperatura superior a la de la ebullición del mercurio. El fierro así obtenido es un polvo negro i tan pirofórico, dada su porosidad, que se prende i quema en el aire espontáneamente.

en el instante de separarse del azufre con el cual se encuentra combinado en la pirita de fierro, se encenderá aun con mayor facilidad. El fierro metálico es, pues, un combustible, i todo lo que se necesita para conseguir quemarlo es obtener los aparatos necesarios para llevar a cabo la operacion en conformidad con las leyes que gobiernan el uso de esta clase de combustible.

Sin embargo, la combinacion de fierro i azufre en los sulfuros de fierro de cualquiera clase que sea, no es un combustible mientras que ambos elementos estén unidos. Tienen que ser previamente disociados uno de otro con el objeto que estén en libertad de entrar en combinacion con otro elemento, solamente despues que se ha verificado esa disociacion i ambos elementos se encuentran en *status nascendi*, puede efectuarse su combustion. Para separar ambos elementos uno del otro, tiene que ejecutarse cierta cantidad de trabajo mecánico i en el horno de fundicion pirítica esto se hace calentando el compuesto hasta cierto punto; cuando los elementos están separados, i si se les da en ese momento una cantidad conveniente de oxígeno, ellos se unirán con este cuerpo. Usándose aparatos adecuados para la combustion de la pirita de fierro forzando sus elementos a combinarse con el oxígeno del aire, el calor jenerado es suficiente para fundir el óxido de fierro resultante, llevar el ácido sulfuroso resultante de la combustion del azufre i, al mismo tiempo, efectuar la disociacion de la porcion de pirita que inmediatamente va a entrar en combustion. Si hai sílice presente para formar una escoria fusible con el óxido de fierro así formado, entónces el ácido sulfuroso sube con el azoe calentado i las escorias fundidas pasan hácia abajo a un crisol preparado para su recepcion i, así tenemos una operacion de fundicion. Si se toman las medidas necesarias para introducir el aire i las piritas bajo las condiciones en que mas fácilmente pueden unirse, la fundicion no se diferenciará materialmente en lo concerniente al aspecto del horno, de la operacion usual con coke o antracita, solamente que, en el caso que tratamos, las piritas reemplazan tanto al combustibles como a los flujos.

Que la pirita de fierro contiene en sí misma la potencia calorífica requerida para su propia fusion, se puede demostrar por medio del cálculo; o tambien puede llegarse a la evidencia al observar un convertidor Manhès en marcha. En la operacion de tratar los ejes de cobre por el sistema Bessemer (procedimiento actualmente tan usado que no necesita aquí ninguna descripcion) el sulfuro fundido se echa dentro de un convertidor i se sopla viento al traves de la masa hasta que todo el fierro sea quemado por completo; lo combustion del fierro (e incidentalmente del azufre asociado a él) es suficiente para mantener la masa a un alto calor i estremadamente fluida durante toda la operacion. Cualquiera que haya observado el trabajo de un convertidor de esa especie, no puede tener ninguna duda respecto a las cualidades que el sulfuro de fierro posee como combustible, puesto que el tratamiento de los ejes en estos aparatos es una verdadera fundicion, aunque de limitada duracion debido a que el convertidor no está arreglado para la fundicion continúa de minerales. Que no es principalmente, como muchos suponen, el azufre el que produce el calor, queda demostrado por el hecho de que el sulfuro tratado en los convertidores es principalmente monosulfuro de fierro (Fe S). Por consiguiente, es evidente que la pirita de fierro (Fe S_2) despues de perder un átomo de azufre en una fundicion preliminar, aun conserva, con mucho, suficiente potencia calorífica para satisfacer una operacion de fundicion. En realidad

las piritas de fierro reducidas a eje i privadas del 50 por ciento de su contenido de azufre, es un combustible mas apropiado para la fundicion que lo que era el mineral orijinal, porque el mineral crudo posée la cualidad de decrepitar i se hace pedazos cuando se calienta, causando por eso molestias cuando no se toman las precauciones necesarias para obviar esta dificultad, miéntras que por el contrario el eje se funde rápidamente i es por esa causa preferible. En consideracion de las cualidades del eje como combustible, se puede usar para fundir una carga de minerales siliciosos, tomando en consideracion las proporciones relativas del fierro i la sílice necesarias para formar una escoria fácilmente fusible.

Lo que se ha dicho con referencia a la pirita de fierro i ejes como combustibles, puede aplicarse igualmente a cualquiera de las combinaciones del fierro con los metaloides del grupo del azufre (azufre, arsénico o antimonio) i hasta cierto punto de las combinaciones de esos metaloides con el zinc, plomo, cobre, etc. La pyrrotita, la pirita arsenical, la chalcopirita, la marcasita, el speiss, etc., son todos apropiados para el tratamiento con el sistema de la fundicion pirítica.

Se ha demostrado anteriormente que si las piritas de hierro contienen en sí suficiente potencia calorífica para alimentar una operacion de fundicion, entónces el uso de combustible carbonífero para la fundicion de tales minerales es simplemente un desperdicio, siempre que se pueda obtener un aparato adecuado para convertir esta cualidad en una ventaja económica. Suponiendo que se dispone de tal aparato, entónces el beneficio de depósitos de este mineral, de una lei tan baja que no pudo ser beneficiado por los procesos puestos en uso hasta ahora, será posible por el hecho de no tener que acarrear hasta ellos un combustible caro, ni tampoco tener que llevar esos minerales a centros de fundicion en que el combustible sea barato, puesto que pueden ser tratados por sí mismos en las mismas minas.

La fundicion pirítica debe considerarse, no como una fundicion en la acepcion que este término tiene en el oxidente de Estados Unidos que envuelve todas las complicadas operaciones a que se someten los minerales en Denver, Kansas City, Omaha i otras partes, sino que debe considerarse como un *medio barato de concentracion* (concentracion por el *fuego* seria un término apropiado); i las instalaciones de fundicion pirítica encuentran su esfera propia cuando se les sitúa en las canchas de las minas cuyos minerales son apropiados para este procedimiento. Un concentrador por el fuego de esta especie, situado en la boca de un socavon o pique, de manera que el mineral pudiera vaciarse directamente de los carros de estraccion a la boca del horno sin mayor manipulacion, seria naturalmente orijen de una gran economía en las operaciones de tales propiedades. Si se pudiese evitar en los minerales de baja lei el flete, chanca, eleccion, apilamiento, calcinacion i fundicion por coke, es evidente que su tratamiento seria enormemente reducido en su costo.

Al tratar los minerales de baja lei por concentracion donde hai agua suficiente para esta operacion, el mineral se echa en los concentradores, obteniéndose un paso hácia la produccion de un producto rico con el minimum de gastos. ¿Por qué hacer una escepcion en el caso de la concentracion por medio del fuego, complicando la operacion con tantos detalles innecesarios? ¿I por qué habian de seguir los dueños de de tales depósitos de mineral, pagando fuertes gastos de transporte i fundicion que con frecuencia hacen improductivos los trabajos de sus minas, si está en su poder con-

centrar los productos de sus minas ántes de embarcarlos exactamente en conformidad con las ideas jenerales de una instalacion de concentracion por agua de los minerales pobres que para esta operacion se prestan? En una mina bien manejada el disfrute del mineral es controlado por un ensaye previo de manera que su valor es conocido ántes de ser arrancado, evitándose así el gasto de estraer mineral inútil. Estos mismos ensayes preliminares seria todo lo que necesitaria un plantel de concentracion por medio del fuego i no hai razon ninguna para que el mineral crudo, tal como sale de la mina, no sea echado directamente a los aparatos de la concentracion por fuego, lo mismo que se carga en las quebrantadoras de una instalacion de concentracion por agua. Esto es admisible para la fundicion pirítica, aunque se pueda considerar como inadmisibile en otros métodos de fundicion. Para hacer mas luz respecto a este punto, vamos a considerar los puntos característicos de ambos métodos de fundicion.

En el caso de la fundicion ordinaria de plomo o cobre, tenemos una masa de materia mineral inerte que es fundida por medio de combustible carbonífero, obteniéndose varios productos. La carga se mantiene en el horno hasta que se ha quemado el combustible i se han fundido los minerales i flujos. Podemos calcular con seguridad que los elementos contenidos en la carga que se ha introducido por el tragante del horno, se agruparán segun las leyes conocidas en forma de escoria, metal, eje, etc., que se encontraran en el crisol ordenados segun su densidad. En la fundicion pirítica, el caso es enteramente diverso. El mineral i el combustible es uno mismo, i cuánto fierro del contenido en la pirita se quemará formando óxido i cuánto se va a dejar como eje, es simple i totalmente cuestion de las condiciones del horno. Las proporciones relativas de los elementos en la carga del horno son, entre ciertos límites, de mucho menor importancia, como que el maestro de hornos tiene el poder de alterar la proporcion, entre el eje i la escoria que salen al crisol sin tomar en cuenta el análisis químico de la carga. Por estas razones el arreglo del mineral en capas es superfluo, i el hornero puede, cambiando el calor o presion del viento, por la adiccion de mas o ménos minera silicioso o modificando ciertas otras condiciones, regular las cantidades relativas de eje i escoria a su voluntad i deseo. Teniendo cuidado de una separacion conveniente de los productos fundidos, es decir, dándoles suficiente tiempo para ello i tomando en cuenta la densidad de la escoria, ésta se puede mantener suficientemente pobre en minerales útiles. De manera que toda la cuestion se reduce a la esperiencia práctica con este especial método de tratamiento de los minerales, siendo que la operacion se maneja o es guiada principalmente por el ojo mas que por los análisis químicos.

Tampoco el tamaño del mineral por tratar afecta sériamente los resultados. Como ya se ha dicho, los sulfuros naturales decrepitan al calentarse de manera que, aunque sean grandes los trozos cargados, al llegar a la zona de fusion, están en condiciones de tamaño suficientemente pequeño para fundirse. Por esta razon un horno de fundicion pirítica puede ser cargado con cualquier tamaño de mineral que pueda estraerse de la mina i la disminucion de tamaño posterior es una consecuencia natural de la operacion.

Por consiguiente, no solamente es posible sino que económicamente ventajoso, en el caso de un mineral de poca lei, rico en pirita de fierro, el colocar un plantel tan cerca de los depósitos como sea posible i echar directamente al concentrador por me-

dio del fuego el mineral crudo tal como sale de la mina, regulando su fundicion por medio de cambios hechos en las condiciones del horno hasta encontrar la marcha conveniente en cada caso. Las mismas reglas que rijen la eleccion de un plantel de concentracion por agua o preparacion mecánica (que se colocan en los puntos mas convenientes para las minas con el objeto de economizar los fletes del material estéril), se aplican tambien al caso de la concentracion por fuego o sea la fundicion pirítica.

Utilizando los sulfuros mismos como combustible de fundicion i máquinas de gas modernas como motores para la compresion del aire, etc., es posible convertir en eje un mineral de condiciones adecuadas con un gasto de ménos de 4 toneladas de carbon por cada 100 toneladas de mineral tratado, incluyendo el combustible necesario para los motores i calefaccion del viento. Agreguemos a esto las disposiciones ingeniosas que tienden a disminuir el trabajo de la carga i descarga en los hornos modernos (algunos de los grandes hornos de fierro construidos últimamente no emplean ningun operario en la boca o tragante) i se verá que la concentracion por el fuego se puede llevar a cabo bajo condiciones favorables con mui pequeños gastos, aun con menores gastos que la usual concentracion por e' agua, i como veremos, con mucho mejor rendimiento.

MINERALES ADAPTABLES A LA FUNDICION PIRÍTICA

El primer requisito necesario en un mineral para hacerlo apropiado a la fundicion pirítica, es que contenga suficiente fierro en combinacion con azufre o arsénico para formar una escoria fácilmente fusible, i para producir suficiente eje para cubrir los metales valiosos contenidos en la carga.

En lo concerniente a la fusibilidad de la escoria, la práctica ha enseñado que lo mejor para el procedimiento es la formada por un monosilicato en que el oxígeno de la sílice es igual al de las bases. Para formar una escoria de esa especie se necesitan distintas cantidades de las bases que se usan comunmente.

Por ejemplo un monosilicato de fierro necesita 29.41 por ciento de sílice por 70.59 por ciento de óxido ferroso; un silicato semejante de cal necesita 34.88 por ciento de sílice por 65.12 por ciento de cal; reemplazando la cal por la magnesia, se necesitan 42.86 por ciento de sílice para 57.14 por ciento de magnesia; i para el aluminio 46.68 por ciento de sílice por 53.32 por ciento de aluminio, etc.

Ahora bien, para hacer una escoria monosilicatada de fierro, se necesitan 4 toneladas de piritas puras por una de cuarzo, de manera que podemos decir que necesitaremos, bajo el punto de vista solamente de la fusion, una mezcla que contenga 80 por ciento de piritas i 20 por ciento de cuarzo; pero esto seria empleando todo el fierro para formar la escoria, no quedando nada para el eje.

Es un hecho bien establecido en la fundicion jeneral, que una escoria compleja, es decir, una escoria que contiene una mezcla de varias bases, es mucho mas deseable que una compuesta de una sola base i de sílice. En otros términos, una escoria de cal i fierro, o una escoria de cal i magnesia, o una que contenga un número grande de elementos básicos como ser fierro, magnesia, calcio, manganeso, aluminio, etc., se funde

mas fácilmente i posee otras cualidades mucho mas convenientes que una escoria simple. Por eso, siempre que es posible, tratamos de obtener una escoria que contenga varias bases.

Si la carga de mineral se compone de piritas de fierro i cuarzo en la razon de 4 a 1, i segregamos cal, podremos siempre formar una escoria monosilicatada compuesto de fierro i cal i se tendrá entónces sulfuro de fierro en exceso i libre para formar eje. La adicion de cal tiene otra ventaja, puesto que disminuye el peso específico de la escoria i la hace mas fácil para separarse del eje.

Si no se dispone de cal, se puede siempre formar un monosilicato i al mismo tiempo dejar sulfuro suficiente para formar , disminuyendo la cantidad de sílice o bien agregando alguna otra base. En algunos casos aun conviene formar una escoria mas silicatada, evitándose que se quemé el fierro del sulfuro alterando lijeraamente las condiciones del horno.

Si un mineral no tiene la composicion deseada—es decir, si no contiene 80 por ciento de sulfuro de fierro—se tiene que recurrir a otros espedientes; pero se ha encontrado en la práctica que un mineral de la composicion citada se funde fácilmente sin ayuda de ningun combustible en el horno, i que produce suficiente eje para recolectar en él el 95 por ciento de los metales nobles que el mineral contiene.

Es pues obvio que la fundicion pirítica tiene su límite en el contenido de la sílice contenida en el mineral; i la cuestion sobre si un mineral dado es o no es apropiado al proceso, se soluciona por un análisis químico. Sin embargo, con cierta práctica el observador puede, a la simple vista saber si un mineral es o no apropiado; pero en caso de duda se saldrá de ella por medio de una determinacion de la sílice contenida.

Con frecuencia un simple lavado dará todas las informaciones necesarias. Se toman unas pocas libras de mineral, se muele, se pesa i se concentra en una batea; el peso del concentrado permite hacer una determinacion bastante aproximada entre la pirita i sílice contenida en el material que se trata. Todo lo que se necesita saber es si *contiene el mineral* suficiente fierro en forma de sulfuro o arseniuro para escorificar toda la sílice en forma de un monosilicato; i si esto no sucede, ¿se pueden encontrar en las cercanías otras bases que suplan la falta del fierro? Por cierto que cada metalurjista experimentado sabe que se pueden hacer ciertas mezclas entre las diversas bases, que producirán escorias mui fluidas, aun cuando no se trate únicamente de los monosilicatos; de manera que, en los casos en que la cuestion no se presente tan simple como en el caso teórico arriba explicado, será siempre conveniente consultarse con un metalurjista bien experimentado. Las condiciones físicas del mineral, si se presenta grueso o fino, no es una cuestion de grande importancia.

Existen diversos cementos que pueden utilizarse para formar ladrillos baratos i bien unidos, aun de los mas finos concentrados, en forma adecuada a la fundicion en hornos de viento; i ademas, con los tipos perfeccionados de hornos para la fundicion pirítica, los finos solamente molestan mui poca cosa. Se debe tener presente que en cualquier circunstancia, por grandes que sean los trozos de piritas crudos o brutos, decrepitan bajo la influencia del calor; i este hecho debe considerarse mucho al tratar esos minerales en estado bruto, siendo de suma importancia la forma del horno usado para ese objeto.

La influencia del zinc en la fundicion pirítica es de suma importancia. El sulfuro de zinc (blenda) tiene casi el mismo poder calorífico que la pirita de fierro, Mr. Holloway encontró, por el cálculo, que la temperatura producida por la combustion del protosulfuro de fierro es de 2,225°, siendo la de la blenda de 1992° centígrados. De manera que hasta cierto punto, toda blenda contenida en el mineral ayudará la operacion por su produccion de calor. Pero este mineral tiene otras cualidades que no lo hacen un combustible tan apetecible como el sulfuro de hierro. La combustion del zinc produce óxido de zinc i el silicato de zinc no es tan fusible como el silicato de protóxido de fierro. Sin embargo, combinando las distintas bases en ciertas proporciones, se mezclan bien, i la práctica ha demostrado que los resultados no eran influenciados de una manera notablemente desfavorable por un contenido de 14 por ciento de zinc en la carga. Esta es la carga mas fuerte en zinc que hasta ahora se ha usado en la fundicion pirítica, pero no es considerada como el último límite a que pueda alcanzarse como que es probable que pueda aun emplearse un contenido aun mas alto de zinc, con ventajas. Siendo el óxido de zinc una base, reemplaza materialmente al fierro en caso que éste sea deficiente, pues el zinc mas bien entra en la escoria que en el eje. Gran parte de este metal es ademas arrastrado por los humos, i en un horno de construcccion apropiada se da toda facilidad i ocasion para favorecer su volatilizacion.

El arsénico, cuando se usa en lugar del sulfuro de fierro su arseniuro, se separa fácilmente del hierro bajo la influencia de la fundicion pirítica i se volatiliza dejando al hierro en libertad para que se combine al oxíjino. Los resultados obtenidos cuando se ha quemado arseniuro de fierro, han sido casi, si no del todo, tan buenos como usando sulfuros. El arsénico se quema produciendo ácido arsenioso que se escapa en la forma de un polvo blanco pesado, que puede recojerse en cámaras de humo adecuadas. La combustion del arsénico rinde tambien su cuota de calor a la operacion.

Segun los cálculos de Holloway, la temperatura producida por la combustion del sulfuro de plomo es de 1863° centígrados, de manera que la galena contenida en la carga es favorable porque produce calor. El plomo mismo es difícil de obtenerse en el eje. Algo entra en el eje, pero la mayor parte se volatiliza como sulfato o se oxida i entra en la escoria, contribuyendo eficazmente a hacerla mas fusible.

CLASE DE HORNO

Durante la esperimentacion de la fundicion pirítica, las circunstancias obligaron el uso de cualquier aparato que se tenia a la mano. Por esta razon se emplearon hornos de viento que primitivamente habian sido construidos para otros sistemas de fundicion, i es en gran parte debido a este hecho que los hornos hechos para la fundicion pirítica continúan siendo construidos sobre bases semejantes, sin tomar en cuenta de una manera suficiente las condiciones peculiares bajo las cuales tienen que operar. Parece que fuera difícil a los constructores de hornos el adquirir la idea de que para un combustible completamente diferente, un estilo diferente de hornos será no solamente conveniente sino necesario, i que nada importan cuán bien funcione un horno de fundicion con coke, pues cuando se emplean las piritas en lugar del combustible citado, se introducen condiciones mui distintas i por lo tanto el horno de coke ya

no es apropiado. Mientras no se dé a este hecho la debida importancia i mientras las nuevas condiciones no sean estudiadas cuidadosamente i consideradas como es debido, los resultados pueden convertirse en desengaños. Cuando oimos de esperiencias hechas con hornos antiguos i los resultados no salen como se los habia esperado, se encontrará jeneralmente que esto es debido al hecho de que los esperimentadores no han tenido una idea clara de las piritas como combustibles i han tratado de obtener imposibles.

El hecho que los hornos construidos segun las bases de los hornos para la fundicion de plomo no se adaptan a la fundicion pirítica, se hace mui patente cuando se consideran las dos clases tan distintas de combustible usadas en uno i otro caso.

En primer lugar, el coke (que para todos los efectos prácticos puede ser considerado como un elemento simple) se une directamente al oxígeno del aire; mientras que los sulfuros son compuestos de azufre i otro elemento, i esta combinacion debe primeramente ser deshecha para que los elementos puedan unirse el oxígeno. Si los elementos de una combinacion tienen que ser separados ántes que estén en condiciones de quemarse, es evidente que será necesario ejecutar cierta cantidad de trabajo preliminar, i debido a esta operacion preparatoria, los sulfuros no son desventajosos en un horno que quema coke.

El resultado es que cuando ambos combustibles—coke i sulfuro—se trabajan juntos, el coke, que ya está en condiciones de oxidarse, es atacado primero, siendo los sulfuros simplemente fundidos i corren hácia fuera del horno sin quemarse en cantidad apreciable mientras dura el coke. Esta es una esplicacion parcial de las dificultades con que han tropezado los esperimentadores para efectuar una concentracion adecuada del eje, porque siendo las condiciones desfavorables a la combustion de la pirita, se desprende naturalmente que la concentracion será poca.

El hecho de tener el coke una superficie mucho mayor que la que presenta relativamente el glóbulo de sulfuro fundido, juega tambien una parte importante en la accion preferente del oxígeno del viento hácia el coke. El coke es una masa mas o ménos porosa, i el aire penetra en sus innumerables i pequeñas celdas presentando al oxígeno una gran superficie sobre que operar; las piritas, por el contrario, son sustancias metálicas densas que se funden en la parte superior de la carga, perdiendo un átomo de azufre, formando glóbulos de monosulfuro que tambien son impenetrables por el oxígeno de aire. Este puede, pues, por eso obrar únicamente sobre la superficie limitada del glóbulo, siendo su accion mui restringida cuando se le compara con las oportunidades que le presenta el coke con su superficie de accion muchísimo mayor. De ese modo los sulfuros son protegidos en el horno ordinario, primero por la necesidad de la disociacion de sus elementos, i segundo, por la pequeña estension de la superficie que presentan al oxígeno del viento.

Pero esto no es todo; el coke queda estacionario mantenido en su lugar por el mineral que le rodea hasta que todo se ha consumido, estando durante todo el tiempo en condiciones de que el viento accione sobre él. Los sulfuros, por el contrario, van en forma de fluidos móviles pesados, que se escurren por los intersticios de la carga, no dando tiempo sino para una accion momentánea del viento. El tiempo es por eso un elemento de la mayor importancia cuando se usa un combustible sulfurado, puesto que mientras que no se dé al viento una oportunidad para accionar sobre el sulfuro de

hierro, solamente mui poco de él será quemado i por lo tanto la concentracion obtenida tambien será pequeña.

Resumiendo: tenemos en el coke un combustible sólido, compuesto de un solo elemento con una gran superficie de accion i que es retenido en situacion de ser consumido completamente; en los sulfuros tenemos un combustible pesado i líquido, de mui poca superficie de accion que requieren la disociacion de sus elementos ántes que el oxígeno pueda obrar sobre ellos i que corren al traves de la carga en el menor espacio posible. Por cierto que bajo esás condiciones tan distintas no es razonable esperar que un aparato arreglado para la primera clase de combustible sea igualmente eficaz para el caso en que se usa el segundo.

En adicion al modo de ser de estas dos clases de combustibles miétras están sometidos a la accion del viento, tenemos aun que considerar los productos de la combustion resultantes de ambas operaciones. En el caso del coke, estos productos son constituidos por gases (en gran parte gases combustibles) que pasan hácia arriba de la carga, llevando con ellos cierta cantidad de calor, i en este camino hácia arriba acciona sobre los minerales, que descienden poco a poco. Con los sulfuros los productos de la combustion son principalmente líquidos pesados, que gotean hácia abajo; la cantidad de calor que llevan hácia arriba el ácido sulfuroso i azoe calentado, es comparativamente pequeña i se puede despreciar. Cuando se presenta el zinc, antimonio, arsénico o plomo tendrá lugar una volatilizacion de estos elementos en forma de óxidos; pero esto es de poca importancia, i puede pasarse por alto en la discusion respecto al modo de ser del combustible carbónico i del combustible de sulfuros en los hornos de viento. El punto que necesariamente tiene que considerarse es que en los hornos que queman coke el calor camina hácia arriba; en el caso de un combustible sulfurado el calor camina hácia abajo siguiendo los productos fundidos de la combustion, haciendo necesario el refuerzo de la parte inferior del horno contra el intenso calor i la enérgica accion del eje i de la escoria básica.

Es evidente por eso que, tratando con estos dos combustibles diferentes, tendremos que encontrar en cada uno de los dos casos las condiciones de la buena marcha en líneas completamente distintas si queremos obtener resultados favorables.

Primero.—La fusibilidad de los sulfuros impide el uso de cargas de fundicion mui altas. Si tomamos un horno ordinario de fundicion de plomo con una altura de 12 o mas piés entre el nivel de las toberas i la boca del horno, i lo cargamos completamente, tendremos una columna de carga demasiado alta para los fines de la fundicion pirítica. Una columna de esa especie es necesaria, por varias razones, en la fundicion de minerales de plomo, i en gran parte la carga se mantiene porosa por medio del combustible que se quema, de manera que el viento penetra bien en todas sus partes; ademas es conveniente que los gases carbónicos que suben por la carga tengan ocasion de accionar sobre la carga descendente, preparándola para la fundicion que va a tener lugar al nivel de las toberas, reduciendo el ácido férrico a óxido ferroso, quitándole la humedad i el ácido carbónico, reduciendo el plomo al estado metálico etc. Pero en la fundicion pirítica no hai carbon que quemar, no hai que reducir óxidos; i donde se usa una columna alta, se produce un reblandecimiento de los sulfuros en la parte superior de la carga, i estos sulfuros se pegan a las paredes del horno, produciendo una masa mas o ménos sólida en la cual no puede entrar el viento

i aun puede impedir la bajada del material de que se compone la carga. Por esta razon, en la fundicion pirítica, toda accion de los gases ascendentes debe ser evitada en lo posible.

No teniéndose necesidad en la fundicion pirítica de ninguna preparacion de la carga ántes de entrar al estado de fusion, lo que se persigue es fundirlo todo tan rápidamente como sea posible sin permitir que sus componentes se unan en forma de eje ántes de la combustion. Por eso la columna alta de mineral es una desventaja manifiesta, i donde se la usa hai necesidad de agregar mayor o menor cantidad de coke para mantener la carga penetrable al aire. Con el uso de coke las ventajas del sistema desaparecen en gran parte porque, aparte del costo del coke, ambas clases de combustibles no pueden usarse convenientemente juntas por razones que ya hemos dado.

La mejor altura para la columna de carga en una fundicion pirítica es la que presente una suficiente resistencia al viento que tiende a dirigirse hácia arriba i lo obligue a llegar hasta el centro de la carga. Esto por cierto varía con los diferentes tamaños del horno siendo necesaria una mayor hondura en un horno ancho que en uno angosto.

Con el objeto de poder regular la altura de la columna de fundicion i para mantener su nivel estacionario, se ha recurrido a un cilindro interior para la alimentacion. Este tubo va colocado de manera que entrega los sulfuros en un punto dado del horno, protejiéndolos al mismo tiempo de la accion de los gases que se escapan. De este modo la carga se mantiene a una altura constante i los sulfuros penetran en el horno en un punto en que la fundicion se verifica inmediatamente sin permitir una fusion incipiente por cuanto los gases calientes son llevados por otros conductos arreglados al efecto.

Segundo.—Siendo que los sulfuros deben previamente ser disociados ántes que sus elementos puedan combinarse al oxígeno, se gastará en ejecutar este trabajo una cantidad considerable de calor. Ahora bien, debido principalmente a esa absorcion del calor gastado en ejecutar este trabajo extraordinario, si se sopla el viento a la temperatura ordinaria del aire, la estension de la superficie presentada por los glóbulos fundidos a la accion del aire, es tan limitada que el calor de combustion no es suficiente para producir el triple efecto de disociar el sulfuro de hierro, levantar la temperatura del aire hasta el grado suficiente para que se una a los elementos disociados i fundir los partículas sobre las cuales se tiene que repetir inmediatamente las mismas operaciones. Resulta de ahí que se tiene que dar un suplemento de calor de alguna fuente auxiliar para suplir este defecto; i si esto no se hace, los glóbulos de sulfuro serán enfriados por el viento o, en el mejor de los casos, se obtendrá solamente una calcinacion. En el proceso Manhés el aire que entra por las toberas se calienta al ponerse en contacto con la masa fundida, que ha sido ya calentada a una alta temperatura por la operacion preliminar de fundir el eje en un horno ántes de cargarlo al convertidor. Este aire calentado así ataca los sulfuros i la combustion del azufre i escorificacion del hierro continúa mientras haya sulfuro de fierro en el crisol o hasta que el revestimiento del aparato se desgaste completamente. Pero el principio del convertidor no es aplicable a la fundicion de un mineral de baja lei por

ser su marcha intermitente i todos las esperiencias hechas hasta ahora, usando convertidores para la fundicion pirítica, han resultado completos fracasos.

No existiendo en la fundicion pirítica ninguna masa fundida de donde el aire pueda tomar su calor para elevar su temperatura hasta el punto que no enfríe los glúbulos de sulfuro fundido al accionar sobre ellos, se hace necesario dar al viento esa temperatura ántes que éntre en el horno. Existen varios medios de alcanzar esto.

El aire puede ser calentado en un horno para calentar el viento, ántes de entrar a las toberas o bien puede ser calentado en las toberas mismas. En el primer caso se usa un aparato costoso i dispendioso, puesto que el calor que se pierde por la chimenea i por radiacion de las paredes etc., acarrea un gasto inútil de combustible. Si se usa una caja de ladrillos a fuego (i éstas son las mas eficaces), su costo puede exceder a la planta completa del establecimiento; si se usa una caja de tubos, por los defectos de tal aparato, solamente una pequeña cantidad del calor producido por el combustible usado se aprovecha en calentar el aire que pasa por los tubos. Con mucho, lo mejor es aplicar el calor, (jenerado jeneralmente por la gasificacion de algun combustible barato en un jenerador) directamente, con el fin perseguido, quemándolo en las mismas toberas. Una de las ventajas que se obtiene aplicando el calor directamente al aire, consiste en que todo el calor es aprovechado i los gastos excesivos de combustible desaparecen por ese motivo, reduciéndose a su mínimo. Además, cuando el combustible se quema en las toberas, los productos de la combustion se pueden, si se desea, hacer pasar al horno i mezclándose con el aire caliente permiten modificar su accion tan activa. El aire calentado a alta temperatura es químicamente mui enérgico, i si no se tiene medios para restringir su actividad, fácilmente puede producir resultados que excedan a los que se habia previsto, oxidando el monosulfuro no solamente hasta formar óxido ferroso sino férrico. Por estas razones es mejor poner en manos del maestro de horno la posibilidad de modificar la accion del aire para adaptarlo al trabajo que quiera obtenerse. Esto se consigue fácilmente variando la cantidad de combustible quemado en las toberas i permitiendo a los productos de la combustion de penetrar al horno, haciendo, por este medio, la accion del viento intensamente oxidante, neutral o reducente, a voluntad.

La cantidad de combustible necesaria para el calentamiento directo del viento es mui pequeña i fácilmente determinable cuando se conoce la potencia calorífica del combustible i el volúmen del viento. Una cantidad relativamente pequeña de un combustible inferior quemado en las toberas es mucho mas eficaz i mas económica que el uso de un horno de calentamiento, o tambien que el calentar el aire por medio de coque o antracita quemada en el mismo horno de fundicion. De todos modos, cuando se tratan sulfuros crudos en un horno de viento, el viento debe calentarse de alguna manera, porque los sulfuros no se fundirán ni producirán eje o escoria mientras no se les dote de una fuente ausiliar de calor. La costumbre que aquí prevalece (debida al uso de hornos de construccion inapropiada) consiste en calentar el viento por medio del coque agregado junto con los minerales en la carga del horno; pero esto se hace principalmente por ignorancia de los verdaderos principios que rijen la operacion, i con frecuencia el esperimentador se ve obligado a ello para utilizar aparatos ya existentes. Es esto una mala práctica, i de pésimas consecuencias para los que invierten dinero en tales empresas.

Tercero.—Siendo de necesidad que la columna de carga en el horno, cuando se trabaja por el sistema de fundicion pirítica propiamente dicho, sea de poca altura i pasando los glóbulos pesados de sulfuro fundido rápidamente por delante de las toberas, se deduce que el tiempo durante el cual acciona el aire sobre ellos es muy corto. Si, por consiguiente, se emplea un viento a poca presion (como ordinariamente en las operaciones de fundicion de plomo) para que accione sobre esos glóbulos, su accion será relativamente insignificante, escapándose los glóbulos con solamente una oxidacion parcial de su superficie. Por esta razon es necesario usar una presion mas elevada para el viento que la empleada jeneralmente en hornos de soplete. Los glóbulos tienen que ser divididos, tienen que ser lanzados contra las partes silicosas de la carga (mantenidos en suspension por decirlo así) hasta que haya tenido lugar una oxidacion suficiente.

Debe ponerse mucho cuidado para que el volúmen del viento no sea exajerado porque (como lo ha mostrado la práctica, i como puede verse por los cálculos térmicos correspondientes) al menor exceso de aire insuflado dentro del horno se nota muy marcadamente la accion refrijerante del aire en exceso. El horno hasta puede ser completamente enfriado por un volúmen demasiado grande de viento. Para ilustrar los efectos que se producen introduciendo cantidades crecientes de aire en un horno de fundicion pirítica, vamos a tomar una fórmula que da el máximo de eficacia para cualquier combustible quemado en un horno de soplete con aire calentado a 400 grados centígrados, i sucesivamente introduciremos en esa fórmula cantidades de aire crecientes.

Sea

$$P = \frac{\sum ag + 0.2375 tq}{\sum pc - Cn} = T$$

una fórmula de esa especie es que P es el máximo de temperatura a que puede llegarse frente a las toberas, a poder calorífico de cada elemento, g peso en libras de cada elemento, t temperatura a que se calienta el aire, q peso del aire necesario para la combustion, p peso de cada producto de la combustion, c calor específico de cada producto de la combustion, Cn calor específico del combustible i $0,2375$, calor específico del aire.

Entónces se tiene en el caso de monosulfuro de fierro, dando solamente la cantidad de aire teóricamente necesaria para la combustion que:

$$T = \frac{1155 + 0.237 \times 400 \times 2.3523}{0.6683 - 0.1357} = 2.587^\circ \text{ centígrados}$$

Si ahora agregamos 50 por ciento de aire tendremos:

$$T = \frac{1155 + 0.237 \times 400 \times 3.5289}{0.9471 - 0.1357} = 1.835^\circ \text{ centígrados}$$

i vemos por consiguiente que la temperatura es realmente mas baja.

Si duplicamos la cantidad de aire necesario a la combustion tendremos:

$$T = \frac{1155 + 0.237 \times 400 \times 4.7046}{1.2258 - 0.1357} = 1.469^\circ$$

que apénas es una temperatura para fundicion; i si hacemos entrar tres veces el aire necesario para la combustion, entónces tenemos:

$$T = \frac{1155 + 0.237 \times 400 \times 7.0569}{1.7833 - 0.1357} = 1.107^\circ$$

temperatura que equivale a decir que el horno se ha enfriado. Es por lo tanto claro que cualquiera que ha estado acostumbrado—como en la fundicion de plomo o cobre—a introducir en el horno todo el viento que admita, enfriará (sobre todo si el viento tiene poca presion) los súlfuros al frente de las toberas sin que el aire por lo tanto penetre lo suficiente para oxidar los que están en el centro de la carga. El resultado de un esperimento tal, será que el esperimentador tendrá que recurrir al coke, o su horno se enfriará completamente en un corto espacio de tiempo.

Se ve, pues, que lo que se necesita evidentemente es presion en el viento i no volúmen, i por eso las aberturas de las toberas deben calcularse exactamente para las necesidades del horno, de manera que penetre por ella justamente la cantidad de aire necesaria para las operaciones, i esto bajo una presion tal, que alcance el viento a penetrar hasta el centro de la carga. Cuando el horno está bien manejado, el oxígeno que penetra por las toberas debe ser consumido hasta el punto que destilen vapores de azufre de la superficie de la carga, vapores que pueden ser recojidos i aprovechados.

Cuarto. Para proteger a los operarios de los humos sofocantes producidos por un horno de fundicion pirítica i al mismo tiempo para poder cargar de una manera uniforme el mineral i los flujos, se debe mantener cerrada la boca del horno disponiendo un aparato de carga adecuado.

Existen aparatos de estos que funcionan automáticamente (no necesitándose ningun operario en la boca del horno) i que distribuye las distintas partes de la carga en los puntos del horno donde se les quiera colocar. Manteniendo los súlfuros, fácilmente fusibles, aislados i protegidos contra el calor de los gases que suben por el horno, a medida que ellos bajan hácia la zona de fusion, i colocando las porciones infusibles de la carga de manera que sean calentadas por los gases que se escapan i retengan los humos i polvos que tienden a escaparse, el trabajo del horno se hace aun mucho mas regular.

CONCENTRACION I RENDIMIENTO

El grado de concentracion alcanzado en la fundicion pirítica está en razon directa a la cantidad de fierro quemado; por consiguiente, para obtener una buena concentracion, el monosúlfuro debe mantenerse bajo la influencia del viento hasta que la cantidad deseada de fierro haya sido convertida en óxido. Por las razones ante-

riormente citadas, en los casos en que se queman simultáneamente coque i sulfuros, no puede esperarse una alta concentracion, a no ser que se pase el eje repetidas veces por el horno. Siendo esto hecho así, sin embargo, se puede obtener con facilidad una concentracion de 10 a 1.

Cuando no se emplea coque no hai razon ninguna en contra de alcanzar una concentracion tan alta como se quiera; pero para obtener esto, se necesitan dos fundiciones. Considerando que, para obtener una escoria que pueda despreciarse, todo lo que puede alcanzarse con un mineral dado en una primera fundicion, es una concentracion de 5 a 1, se puede llegar mas adelante cargando los ejes resultantes en el mismo horno, junto con minerales altamente silicatados i obtener nuevamente una concentracion de 5 a 1. En este caso, una tonelada del eje de la segunda fundicion representa 25 toneladas del mineral primitivo i la concentracion obtenida es, pues, de 25 a 1. La escoria de esta segunda fundicion puede muchas veces contener demasiado metal para tirarla al escorial, i en esos casos puede repasarse en el horno junto con la siguiente carga de mineral crudo; esta escoria ahí es conveniente, porque hace mas porosa la carga de los sulfuros.

El segundo tratamiento del eje producido en la fundicion de mineral crudo no constituye jeneralmente un gasto adicional como pareceria a primera vista. Si un horno se calcula en 150 toneladas de mineral por dia de 24 horas, i si 5 toneladas se reducen a una de eje, se producirán diariamente de eje de primera fundicion 30 toneladas i por lo tanto en 4 dias se acumularia 120 toneladas de esos ejes. Ahora bien, esta cantidad de eje necesitará unas 30 toneladas de cuarzo para escorificar el fierro i obtener una mayor concentracion, de manera que si la planta del establecimiento se compone solamente de un horno, se puede establecer cada quinto dia para la concentracion; siendo que los minerales fuertemente silicatados sirven mui bien para esta segunda concentracion, i demandando estos minerales una fuerte rebaja por sus dificultades para fundirlos en condiciones usuales, siendo por eso su precio bajo, esta segunda concentracion puede ser bajo condiciones favorables, aun mas remunerativa que la fundicion del mineral crudo. Ademas no hai ningún cuidado de perder metal en las escorias de esta concentracion por cuanto se repasan en la fundicion del mineral crudo, i por lo tanto puede usarse un mineral fuertemente silicatado.

El hecho de que en un horno de fundicion pirítica se puede llevar la concentracion al grado que se quiera, queda demostrado cuando se hace un esfuerzo para retener el monosulfuro dentro del horno en lugar de permitirle que se escape tan pronto como se forma. En esas condiciones se consume todo el sulfuro, resultando de la operacion únicamente escorias. Esto ha sido demostrado repetidas veces de una manera experimental; pero por cierto que los metales útiles contenidos en los minerales primitivos se encuentran en ese caso en la escoria.

Como regla jeneral cuanto mas se apure la concentracion tanto mas ricas saldrán las escorias; pero adoptando un sistema de doble fundicion, como se ha indicado a la lijera anteriormente, la cantidad de los metales que quedan en la escoria es de poca importancia, puesto que los metales contenidos en las escorias de la segunda fundicion, que son las mas ricas, vuelven a recuperarse en el repaso de éstos junto con el mineral crudo.

El redimiento en por cientos alcanzado en la concentracion por fundicion pirítica, depende de diversos factores, siendo entre éstos de mucha consideracion la composicion de la carga del horno, la cantidad de eje que se obtiene i el tiempo que se deja separar la escoria del eje.

En lo referente a la cantidad de eje se puede, si solamente se trata de concentrar la plata, obtener una buena concentracion en un eje de fierro, siempre que la cantidad de éste se obtenga algo grande. Como esto ha sido suficientemente tratado en las obras metalúrgicas clásicas (Kehrl, Percy, Plattner etc.) seria simplemente repetir lo ya escrito si entrásemos en mayores detalles a este respecto, i los que sobre este punto quieran obtener mayores detalles pueden consultar las obras citadas.

Cuando el objeto del procedimiento es recojer el oro, el eje de fierro no es tan satisfactorio, siendo que la afinidad del oro por el sulfuro de fierro no parece suficientemente fuerte para producir una buena concentracion del primero en un eje compuesto del segundo. Se ha visto, sin embargo, que en la práctica, cuando se tiene una pequeña cantidad de cobre en el mineral, la concentracion del oro en el eje se hace mui bien. Un por ciento de cobre es suficiente para producir un rendimiento de 95 por ciento del oro contenido en los minerales; pero es preferible cuando se pueda, tener unos 2 o 3 por ciento.

La cantidad de eje que se debe obtener es necesario determinarla prácticamente en cada caso porque una regla jeneral no es posible establecerla de manera que abarque todos los casos. Mucho depende en este sentido de la composicion de la carga, el estado del horno usado, de la capacidad del hombre encargado de dirigir la operacion etc. Una concentracion de 5 a 10 toneladas de mineral en 1 de eje en una sola fundicion, no es difícil i haciendo una fundicion doble, se puede llegar de 20 a 30 en 1. Cuando el contenido en cobre constituye el valor principal de un mineral, la concentracion se rige por la riqueza del mineral, porque en la fundicion pirítica no es fácil obtener ejes mas ricos que los de la fundicion ordinaria en hornos de soplete. Hasta ahora lo mas alto a que se ha llegado es 45 a 50 por ciento de cobre, pero esto con una sola operacion. Parece sin embargo que no hai razon ninguna para seguir la oxidacion del eje en un horno de fundicion pirítica hasta obtener eje blanco o aun cobre negro; pero hasta ahora eso no ha sido experimentado.

Hai dos métodos en boga para separar el eje de la escoria; algunos prefieren dejar aconcharse el eje i la escoria en el crisol del horno i sangrarlos aisladamente, otro prefieren dejarlos correr ambos a un receptáculo exterior i separarlos ahí. El receptáculo exterior fué adoptado por los fundidores de cobre por temor a las molestias causadas por los *cayos o chanchos* que se formaban en los crisoles de sus hornos. Cuando se emplea una atmósfera fuertemente reducente en el horno, juntamente con una carga básica, algo del fierro se reduce a estado metálico i se acumula en el crisol en masas que muchas veces impiden el manejo del horno. Una acumulacion de esa especie se puede formar aun en hornos para ejes por cuanto el monosulfuro de fierro tiene la propiedad de disolver mayor o menor cantidad de fierro metálico a una alta temperatura dejándolo precipitar a temperaturas menores, de manera que algunos *cayos* pueden formarse de esa manera.

En la fundicion pirítica no hai temor ninguno de esta especie puesto que el fierro metálico no podrá subsistir en la atmósfera oxidante de los hornos de fundicion

pirítica, de manera que la necesidad de un receptáculo exterior no está manifiesta. Es bueno sin embargo descargar la escoria dentro de un horno de reverbero i mantenerla ahí por un espacio de tiempo considerable ántes de arrojarla para que todo el eje que quede en suspension en la escoria tenga tiempo suficiente de depositarse. Los metales nobles contenidos en la escoria, cuando hai tambien eje, están jeneralmente contenidos en las pequeñas partículas de eje diseminadas en la escoria, i repetidas veces se ha demostrado que si se dejan esas escorias un tiempo suficiente bien quietas i bien líquidas, el eje se va al fondo i la escoria queda completamente limpia. Se han hecho esperiencias para estraer estas partículas de eje diseminadas en la escoria haciendo entrar la escoria bien fluida en un recipiente con movimientos rotatorios mui rápidos; así el eje se va a la periferia i la escoria queda completamente limpia de metales nobles. Pero hasta ahora no se ha producido una máquina que sea satisfactoria para ello, porque los obstáculos mecánicos en ese sentido son mui grandes.

La densidad de la escoria tiene mucha influencia sobre la facilidad con que el eje se separa de ella i por lo tanto con la cantidad de metal con que queda. La densidad de una escoria de puro silicato de fierro es tan aproximada a la del eje de fierro que ambas solo se separan difícilmente a no ser que se les mantenga mui líquidos durante un largo tiempo bajo condiciones favorables a su separacion. Por otra parte, una escoria compleja, compuesta de una mezcla de silicato de fierro, con silicatos de bases mas livianas, se separa fácilmente de la mayor parte del eje. De ahí que siempre sea conveniente usar cal u otra base equivalente en la carga del horno siempre que sea posible, económicamente hablando.

Cuando en la operacion de un horno de fundicion pirítica se ha adquirido esperiencia i se obtiene la cantidad necesaria de eje i dando a la escoria tiempo suficiente para separarse de los ejes, se puede obtener un rendimiento de 95 a 98 por ciento del oro, plata i cobre contenido en el mineral siempre que se use un horno construido en condiciones apropiadas.

A este trabajo se hicieron las dos observaciones siguientes:

El señor G. B. Reynolds dice que el interes del interesante escrito del señor Austin seria mui realzado si diera algunos cuadros que indiquen la composicion de las escorias obtenidas en la fundicion pirítica. Doctor Carpenter de Deadwood usaba como flujo una caliza magnésiana de manera que habria obtenido, al fundir los minerales auríferos silicatados que trataba, una escoria mui parecida a la de los hornos de fierro. Ademas el autor podia haber dado algunos datos respecto a las pérdidas por volatilizacion en la fundicion pirítica, las que probablemente son considerables dada la poca altura de la carga, aunque en parte recuperables por condensacion en cámaras.

El señor Prof. H. Louis dice: que el escrito del señor Austin merece atento estudio, pero que habria sido mayor valor si contuviera mayores datos respecto a la ejecucion práctica del procedimiento. Es un hecho curioso que en la masa de la literatura que han producido al respecto los últimos años, la mayoría de los autores, todos se puede decir, defensores de la fundicion pirítica, se conforman con las jeneralidades i

omiten los hechos. Seria, por ejemplo, infinitamente mas satisfactorio si el señor Austin nos favoreciese con planos i dimensiones de los hornos que él ha encontrado ser los mas adecuados para tratar un mineral definido. Dice que ha usado un horno con un cilindro interior; sin embargo, otros autores han dicho que el señor Austin habia abandonado el tubo interior i seria interesante saber si ha vuelto a él, i bajo qué condiciones. Otros fundidores con piritita dicen que han obtenido resultados completamente satisfactorios sin el uso de tal tubo. Otro punto importante que necesita explicaciones i datos es el resultado que prácticamente se obtiene con la fundicion pirítica. Si el señor Austin nos hubiese dado a conocer los resultados de, digamos, 12 meses de marcha, estaríamos en posesion de juzgar el valor del procedimiento que él recomienda. Ojalá que el señor Austin tenga la amabilidad de mostrarnos los datos de una campaña de unos 6 a 12 meses dando la cantidad de mineral tratado, la cantidad i naturaleza de los flujos, la cantidad de coke usado en el horno, la cantidad i naturaleza del combustible usado en calentar el viento i en producir el viento comprimido, temperatura, volúmen i presion del aire injerido en el horno, la cantidad del eje producido junto con ensayes de ejes i escorias. Teniendo un cuadro así ante la vista, se podrá juzgar de la eficacia del proceso, i si se agregan los gastos anuales de marcha i reparacion, podrá estimarse el lado económico de la cuestion. Hasta ahora no ha sido posible obtener datos respecto de los resultados obtenidos en un período largo de marcha, i la duda, sobre si la verdadera fundicion pirítica (es decir la fundicion sin ninguna adiccion de combustible carbonífero en el horno) ha sido ejecutada alguna vez siquiera por mas tiempo que algunos dias, es bien justificada. Una autoridad en la materia como el señor Austin seria el llamado a desvanecer estas dudas, i mientras él u otra esperiencia de su misma altura no nos ilustre respecto a los resultados técnicos i económicos de una campaña mas o ménos larga, será necesario considerar la fundicion pirítica como un objeto de pura especulacion teórica que aun no ha salido del estado puramente esperimental.

¿Existen en Chile terrenos pertenecientes a la época carbonífera?

En el número 4 de este Boletín, correspondiente al año 1897, publiqué un artículo con el título de «Una formacion calcárea i fosilífera cerca de la desembocadura del rio Choapa», en el que dije que habia encontrado fósiles, que tenian semejanza con ciertas formas paleozoicas, aunque su mal estado de conservacion no permitia asegurarlo con seguridad. En este año he tenido ocasion de visitar el lugar otra vez, i encontré ahora fósiles mejor conservados, que el profesor Federico Philippi ha tenido la amabilidad de remitir al especialista en paleontología, profesor Zittel, en Munchen, para su clasificacion. El señor Philippi me ha mostrado la contestacion de este señor, quien dice que ha podido clasificar dos especies, el uno un *productus*, muy parecido a *productus longispinus*, i el otro un *enocrinus*, quizás *poliocrinus*. Deduce

de esto el profesor Zittel, que el terreno en que han sido encontrados debe pertenecer a la época devoniana o a la *carbonífera inferior*.

Es esta la primera vez que se han encontrado en Chile con toda seguridad fósiles paleozoicos, i el hecho es mui interesante, tanto para los jeólogos, que aquí tienen un punto de partida seguro para sus estudios, como para el industrial, que ahora puede tener la esperanza de que mas tarde talvez se descubra tambien la formacion carbonífera *superior*, es decir, la parte de la formacion carbonífera, que es tan rica en carbon.

En el perfil que he descrito en el mencionado artículo, no existe esta formacion superior, ni es probable que se encuentra en su prolongacion al naciente, donde primero sigue un terreno encapado i despues granito. Pero esto no quiere decir que no existe en otra parte mas al norte o mas al sur. El mencionado perfil atraviesa de naciente a poniente la gran llanura, que con el ancho de una legua i mas se estiende a lo largo de la costa por muchas leguas, tanto al norte como al sur del rio Choapa. Esta llanura es mui encapada, cubierta por capas cuartarias o terciarias fosilíferas. La roca subyacente sale al sol en las quebradas que corren mas o ménos de naciente a poniente, i especialmente en la orilla del mar. Siendo el rumbo de las capas devonianas o subcarboníferas norte con grados al poniente, resulta que la costa corta las capas en un ángulo mui agudo i hai que recorrer leguas enteras en la playa para cruzar un espesor relativamente pequeño de capas, pero en cambio están éstas bien visibles i lavadas por las olas; las quebradas cortan las capas casi en ángulo recto, pero jeneralmente son aquí poco visibles, cubiertas como están por escombros i por vejetacion. Las serranías, que se levantan al naciente del llano, son en gran parte graníticas i mui encapadas; falta averiguar si se encuentran terrenos estratificados en ellos.

No hai ningun motivo para creer que las capas encontradas por mí sean las únicas existentes, i hasta seria una casualidad mui estraña, que con un prolijo exámen no se encontrasen otras sobrepuestas. Pero podria mui bien ser que estas capas sobrepuestas todavía perteneciesen a la parte *inferior* i que no alcanzasen a la parte *superior* de la formacion carbonífera, que es la que nos interesa por su riqueza en carbon. Casi así lo hace creer el hecho de no haberse encontrado rodados de carbon, a lo ménos por lo que yo sé, en las quebradas o en la playa de la mar. De todas maneras es un problema que interesa resolver.

Es de esperar, que este terreno devoniano o carbonífero inferior tambien se encuentre en otras partes de Chile. Efectivamente el señor Pissis menciona en su jeografía física con el nombre de «formacion anthracitosa» un terreno, que considera correspondiente a la época siluriana, devoniana i carbonífera. Funda ésta clasificacion en el hecho de que éste terreno siempre descansa inmediatamente encima de las esquitas cristalizadas, i que nunca contiene fragmentos de rocas mas modernas que estas esquitas. Fósiles característicos no ha encontrado. Por su carácter petrográfico tiene la formacion de Choapa mucha semejanza con esta formacion anthracitosa así que los fósiles encontrados en Choapa vienen a corroborar la clasificacion de Pissis. Dice este autor que la formacion anthracitosa se presenta sobre toda la estension de Chile, tanto en la cordillera de la costa como en la de los Andes. Esta circunstancia podria quizas dar lugar a que alguien dijera: «si ésta formacion ha sido reconocida

en tantas partes i sin tener carbon, no es probable que exista la formacion carbonífera superior en Chile, puesto que seria mui estraño, que no se hubiera encontrado carbon en alguna parte». A esto contesto: 1.º que en muchas partes están los terrenos mui encapados; i 2.º que en realidad se ha encontrado carbon en varias partes en terrenos, que no son los de la formacion de la lignita. Nadie sabe a qué formacion pertenecen, porque no han sido estudiados por jeólogos; (*) queda pues la posibilidad, de que algunos de estos carbones pertenezcan a la verdadera formacion carbonífera. Me figuro que a lo ménos varios de estos mantos de carbon no han sido debidamente explorados, algunos quizas por la distancia; otros, quizas por encontrarse en terrenos que son distintos de los de Lota i Coronel, i que por consiguiente no tienen todavía antecedentes favorables en Chile, i todos por las desgraciadas disposiciones de nuestro código de minas, que deja el dominio de los mantos de carbon al dueño del suelo, no permitiendo al descubridor, que los denuncia, como puede hacerlo con las sustancias metálicas.

La circunstancia de haberse constatado ahora la existencia de la formacion devoniana o carbonífera *inferior* en Chile i la mayor probabilidad, que por consiguiente hai, de que tambien se puede encontrar la carbonífera *superior*, debe alentar a los dueños de mantos de carbon para que los miren con mas interes i aprecio i los reconozcan debidamente.

Pero ántes de todo deben apurarse los lejisladores en reformar el código de minas en el sentido de hacer denunciabiles los mantos de carbon.

LORENZO SUNDT.

Fomento de la minería

Soberano Congreso:

Augusto Orrego Cortés, ante V. E. respetuosamente espongo: Que segun poder estendido en Lóndres el 18 de marzo del presente año, i que oportunamente presentaré a la comision que se nombre, estoi debidamente autorizado por don Luis Pelatán, ingeniero, de la Escuela de Minas de Paris, para solicitar de V. E. una garantía del cinco por ciento sobre un capital de setecientos mil pesos, destinados a establecer en el departamento de Copiapó una oficina de fundicion de minerales de cobre, plata, oro i plomo, con un laboratorio anexo para separar estos distintos metales de las barras que se obtengan.

Sabido es que este rico departamento, que ha producido en el último medio siglo, en solo plata i cobre, mas de quinientos millones de pesos, contribuyendo así estraordinariamente al desarrollo de la agricultura i del comercio del pais, lleva ac-

(*)]Hai que sceptor las anthracitas de Gómero o Quilacoja, entre San Rosendo i Concepcion, que han sido estudiadas por el profesor Alfonso Nogués. Estos mantos, que se encuentra en la «formacion anthracitosa» de Písis, son acompañados por fósiles, que segun Nogués, indican una época mucho mas moderna que la carbonífera, quizas la infra-jurásica. En vista de la semejanza petrográfica con la formacion devoniana o carbonífera inferior de Choapa, seria mui deseable una revision de esta clasificacion de Nogués.

tualmente una vida lánguida i anémica, no porque se hayan agotado sus fuentes de riqueza, sino por la escasez o carencia de capitales. Basta tender una mirada sobre el plano de ese departamento para observar que los alrededores de Copiapó se hallan cubiertos de minas i criaderos metálicos de toda especie. Aparte de los minerales históricos como Chañarcillo i Tres Puntas, que todavía ofrecen gran porvenir, podrian citarse el Chimbero, el Inca, Lomas Bayas, Cabeza de Vaca, Jeneral Las Heras, Piquios, Garin, Lirios, Fraga, El Combo, Cachiyuyo, Punta Brava, El Checo, Amolanas, Ojancos, San Antonio, Algarrobo, Punta del Cobre, Chañarcillito, Ladrillos, Jesus María, Chanchoquen, Rosario, Bodega, Zapallar, San Juan, San Félix, El Plomo, Lechuzas, Chicharras, Granate, Remolinos i muchos otros, que pueden trabajarse sin gran dificultad.

Una oficina de fundicion, que comprara metales de baja lei, i a precios que dejara al minero la suficiente utilidad, desarrollaria sin duda el trabajo de minas en esa importantísima rejion, convirtiéndola en centro de fecunda i remuneradora actividad.

Por otra parte, es sabido que una de las causas que obliga a remitir al extranjero las barras metálicas que se obtienen en el pais, sobre todo las de plata i oro, es el no existir en Chile ninguna oficina de apartado, de tal manera que si el minero vende sus barras en la Moneda, se ve obligado a perder el oro o la plata que contengan sus pastas, si es que se hallen en corta proporcion, por mas que su valor les represente en Europa una regular ganancia. Una oficina de apartado se impone, pues, como complemento de la fundicion de metales. Ademas de las ventajas directas que reportaria a la industria minera, su fundacion implica la elaboracion del ácido sulfúrico, base de importantes procedimientos industriales, i que seria otra de las ventajas inherentes a la planteacion de un laboratorio de separacion de metales.

El señor Pelatan solicita la garantía de cinco por ciento sobre setecientos mil pesos, i se compromete en cambio a no cobrar a los mineros como utilidad, mas del diez por ciento del valor contenido en sus minerales, una vez deducidos los gastos de beneficio. Todo exceso sobre ese diez por ciento se emplearia en reintegrar los gastos que el Gobierno hubiere hecho, o en fundar nuevos establecimientos de beneficio i apartado en otros departamentos.

En ellos se introducirán las modificaciones mas modernas, i se construirian tomando por modelo las Fundiciones Reales de Sajonia, i ademas se daria en ellos todas las facilidades a fin de que todos los ingenieros de minas del pais i beneficiadores de las escuelas prácticas, adquirieran los conocimientos experimentales que establecimientos de esta clase pudieran ofrecerles.

Creo superfluo tratar de demostrar la importantísima accion que ejerceria el desarrollo de nuestra industria minera en la riqueza i progreso industrial del pais, ya que es obvio que la produccion directa de metales crea por sí misma la riqueza promoviendo rápidamente los cambios, incrementando los consumos agrícolas i manufacturados, fomentando el aumento de poblacion i creando centro de actividad i de comercio.

Pero esto no puede realizarse sin capitales. La esperiencia nos manifiesta que a medida que han ido restringiéndose, la industria minera ha ido empequeñeciéndose; i asi, Chile, que en 1879 producía 49,318 toneladas de cobre, en 1897 no ha produci-

do sino 21,900, mientras que el distrito solo de Mansfeld, en Alemania, en que se explotan minas de leyes pobrísimas, ha dado en el año último 17,960 toneladas de cobre puro.

Los capitales para fundar el primer establecimiento de fundicion en Copiapó, se hallan listos, i las obras darán comienzo apénas el Estado conceda la garantía que solicito en cambio de una limitacion en las ganancias, que permita desarrollar, junto con una oficina de apartado, la produccion metálica del país.

Por estas consideraciones, i otras que omito en favor de la brevedad, vengo en solicitar de V. E. la aprobacion de las ideas que he tenido el honor de manifestar, i que podrian condensarse en un proyecto de lei bajo la forma siguiente:

Art. 1.º Autorízase al Presidente de la República para contratar con don Luis Pelatan o con quien sus derechos represente, la planteacion en el departamento de Copiapó, de un establecimiento de fundicion para minerales de cobre, plata, oro i plomo.

Art. 2.º El señor Pelatan se obliga a dejar terminados, dentro de dos años, los hornos i demas aparatos i construcciones de la oficina de fundicion.

Art. 3.º Se obliga a construir tambien en el mismo plazo una oficina de apartado de metales, que guarde relacion con los que produzca la fundicion, i en que pueda separarse el oro de la plata i del cobre por los medios mas perfeccionados.

Art. 4.º Los gastos de beneficios se fijarán semestralmente por una comision nombrada de comun acuerdo entre S. E. el Presidente de la República i el concesionario.

Art. 5.º Las utilidades de éste no podrán exceder del diez por ciento del valor del metal contenido en el mineral sin contar los gastos de fundicion i apartado a que se refiere el artículo anterior.

Art. 6.º El concesionario queda obligado a publicar semestralmente un balance de las entradas i gastos del establecimiento.

Art. 7.º El Estado reconoce al señor Pelatan o a quien represente sus derechos, una garantía de cinco por ciento, por veinte años sobre un capital de setecientos mil pesos, de los que quinientos mil se dedicarán a la construccion de la oficina de fundicion, i doscientos mil a la de apartado.

Esta garantía empezará a contarse desde el momento en que empiecen los trabajos de construccion de las mencionadas oficinas.

Art. 8.º Todo exceso sobre las utilidades señaladas en el artículo 5.º, se aplicará ante todo a pagar los desembolsos que hubiere hecho el Estado por pago de garantía. No habiendo pagos que verificar por esta causa, el exceso aplicará al ensanche de las mismas oficinas, o bien a la fundacion de nuevos establecimientos en otros centros mineros del país. El Presidente de la República, de acuerdo con el Consejo de Estado, queda autorizado para obrar como mejor crea conveniente en este caso.

Art. 9.º Si seis meses despues de promulgada la lei respectiva no hubiere el concesionario empezado sus trabajos, caducará de hecho la presente concesion.

A. ORREGO CORTES.



Necesidad de emplear el carbon chileno en nuestros buques de guerra

Llama la atencion el por qué no se usa en nuestra escuadra el carbon del pais.

No podemos suponer que nuestras comisiones técnicas navales en Europa, no hayan tomado en cuenta el combustible chileno al especificar las condiciones de los buques de nuestra escuadra mandados construir en los últimos tiempos.

Sin embargo, el hecho es que nuestro carbon no se usa, ya sea porque se creyó mas conveniente i ventajoso usar el carbon inglés, o porque el chileno no reúne las cualidades suficientes para justificar su uso a bordo.

Probablemente prevalece todavía la opinion que se tenia del carbon del pais ahora veinte años, sin tomar nota del mejoramiento en la calidad del carbon, debido a la mayor hondura que han alcanzado las minas, la mayor dureza i densidad consiguientes, los mejores métodos empleados en su explotacion, como tambien en el modo de harnearlo i escojerlo.

Cada dia va teniendo mas aceptacion nuestro carbon, a medida que va desapareciendo la resistencia infundada que se oponia a su uso para la fundicion, para el vapor, fabricacion de gas, uso doméstico, etc.

Es efectivo que el carbon nacional es un tanto inferior a algunos combustibles extranjeros i que tiene algunos inconvenientes para su uso a bordo, pero así tambien los tiene el aleman, por ejemplo, i sin embargo, en la marina alemana no se usa el carbon inglés.

En los primeros años de la formacion de la marina alemana, pasaba lo mismo que entre nosotros: los buques se construian en Inglaterra para el consumo de carbon inglés. Los alemanes vieron luego que no les convenia estar a merced de una nacion extranjera, en tiempo de guerra especialmente, para la provision de un elemento tan indispensable a su escuadra. Se ofreció una gruesa prima a los fabricantes e ingenieros nacionales por el mejor caldero para el consumo de carbon aleman, con el resultado de que hoi dia no se consume ni una tonelada de carbon extranjero ni en los buques de guerra ni mercantes, a pesar de la reconocida inferioridad del carbon aleman.

Muchas naves se construyen por lo jeneral en Inglaterra con calderos tal como se construyen para los buques ingleses, sin que se tome en cuenta que van a servir a un pais cuyo combustible varía notablemente del inglés. Parece lójico que estas circunstancias debieran haberse tomado en cuenta, siendo de tan vital importancia, no solamente bajo el punto de vista de defensa nacional, sino tambien para la proteccion de la industria de la minería del carbon piedra.

¿Que haríamos, por ejemplo, en el caso de una dificultad con la misma Inglaterra o con algun otro pais extranjero, si el carbon se declara contrabando de guerra? Resultaria que subiria tanto el precio del carbon inglés que llegaria a una cifra prohibitiva, si es que se pudiera conseguir, con riesgo de quedar inutilizadas nuestras naves o de obrar en malas condiciones.

Veamos en qué consiste realmente la diferencia entre el carbon chileno i el inglés.

El elemento principal en todo combustible consiste en la proporción de carbono que entra en su composición, guardando relación su valor calorífico con la cantidad que contenga de este elemento.

El carbon chileno contiene ménos carbono i mas gases que el extranjero, consistiendo en esto su principal defecto. Hai, pues, que usar cierta cantidad mayor para que produzca el mismo efecto calorífico.

Dejando a un lado los análisis de los combustibles en cuestión, atengámonos a los resultados prácticos, estimando el valor de los combustibles por la cantidad de agua que son capaces de evaporar por un kilogramo de carbon.

Carbon de Newcastle (Inglaterra)

1 Kilo de carbon evapora 16.14 kilos de agua a 100° centígrados.

Cenizas, 3,5%

Azufre, 1.18%

Carbon chileno

1 Kilo de carbon evapora 13.54 kilos de agua a 100° centígrados.

Cenizas, 4%

Azufre, 1.42%

Estos datos los he obtenido, en cuanto al carbon del país, de un análisis practicado en Inglaterra i, en cuanto al inglés, de un tratado de minería publicado en este idioma.

Resulta, pues, que nuestro carbon es inferior en 16.10 por ciento al de Newcastle, con un poco mas de azufre i cenizas.

Para conseguir la misma producción de vapor en las calderas de nuestros buques, sería cuestión de aumentar la capacidad de estos aparatos, próximamente en la proporción de 16 por ciento. Podría insinuarse desde luego, como medio de conseguir este fin, el aumento de tiraje forzado, aumento de la superficie de calentamiento, aumento de presión del vapor, etc.

Se puede objetar que el radio de acción del buque sufriría por falta de capacidad en las carboneras; tendríamos talvez que sacrificar algo a este respecto, pues todo no se puede conseguir i de dos males el menor.

Se dice que nuestro carbon da mucho humo: úsese entónces de consumidor de humo; que los tubos se obstruyen: límpiéseles conmas frecuencia o úsese calderas que tienen este inconveniente, como el *water tube boiler*.

Parece que nunca se se ha hecho pruebas completas i exactas de las distintas clases de carbon que producen nuestras minas en los buques de la armada.

Se tiene la misma idea hoi día que se tenía hace veinte años sobre las cualidades del carbon chileno. Los mantos tienen distintas propiedades i composiciones que sería conveniente averiguar por medio de pruebas prácticas verificadas a bordo mismo con carbon escogido i harneado de las diferentes vetas. Así podrían convencerse nuestros ingenieros de las cualidades del carbon del país.

Existe la creencia popular de que todo carbon inglés es bueno, siendo la verdad que varía notablemente de un distrito a otro i aun en la misma mina, como sucede entre nosotros. Hai combustibles de todas clases, buenos i malos, i talvez no arriben dos cargamentos iguales a nuestras costas.

Por último, dado el caso que realmente no se pudiera utilizar en tiempo de guerra, bien podria aprovecharse en tiempos normales, en que no hai necesidad de desarrollar todo el andar en los buques de la escuadra.

GUILLERMO E. RABY.

Lota, julio de 1898.

Boletin de precios de metales, combustibles i fletes

CHILE E INGLATERRA

(Julio)

Cobre.—Precios, segun los cablegramas de Inglaterra, recibidos en la Bolsa Comercial de Valparaiso, en:

		£	Chs	Pns.	
Junio	22.....	50.	2.6		por tonelada inglesa
"	29.....	50.	2.6	"	"
Julio	6.....	50.	17.6	"	"
"	13.....	50.	10.0	"	"

Se ha esportado desde el 15 de junio hasta el 15 de julio, por los diversos puertos de la República, la cantidad de 27,971 quintales españoles.

El precio del cobre ha fluctuado durante el mes del modo siguiente:

Cobre en barras de \$ 29.35 a \$ 28.05 por quintal español, puesto en tierra.

Ejes de 50 por ciento de \$ 12.76 a \$ 12.10 por quintal español libre a bordo.

Minerales de 10 por ciento de \$ 1.63 a \$ 1.59 por quintal español, libre a bordo.

Plata.—Precios, segun los cablegramas de Inglaterra, recibidos en la Bolsa Comercial de Valparaiso, en:

Junio	22.....	27 $\frac{1}{8}$		peniques	por onza troy
"	29.....	275/16	"	"	"
Julio	13.....	27 $\frac{1}{2}$	"	"	"

El precio del marco de plata, libre a bordo, ha fluctuado entre \$ 12.15 i \$ 11.80.

Por los vapores *Orellana* i *Oropesa* se han esportado barras por un valor de \$ 571,300.

Salitres.—Precios, segun cablegrama de Inglaterra, recibido en la Bolsa Comercial de Valparaiso, en:

Junio	22.....	7.3
"	29.....	7.4 $\frac{1}{2}$

Fletes.—Por vapor a Liverpool o al Havre: 30 chelines por tonelada inglesa.

Por buque de vela: 30 chelines por tonelada inglesa (nominal).

Carbon.—Inglés: 26/6 chelines por tonelada inglesa.

Id. Australia: 27 chelines por tonelada inglesa.

Actos oficiales

CONCESIONES DE PRIVILEJIOS ESCLUSIVOS

Se ha concedido patente de privilegio esclusivo:

Al señor Luis Pellatan para «un procedimiento electro-metalúrgico para el beneficio de minerales i compuestos que contengan oro i plata o uno de estos metales aisladamente», por el termino de 9 años contados despues de uno que se asigna para poner en ejercicio el invento. Junio 30 de 1898.

SOLICITUDES DE PRIVILEGIO ESCLUSIVO

Han solicitado patente de privilegio esclusivo:

El señor Eduardo Pardo C. para «un aparato automático medidor de aguas para toda clase de canales abiertos». Julio 4 de 1898.

El señor Harold Wulff por el señor F. A. M. Schilch para «un aparato para separar cuerpos magnéticos o no magnéticos i de tres formas especiales de construcción de dicho aparato». Julio 12 de 1898.

El señor Harold Wulff por el señor George Rothgiesser para «un procedimiento para obtener luz de gas hidrójeno carburado comprimido». Julio 19 de 1898.

COMISIONES

Núm. 1,145.—Santiago, 6 de julio de 1898.—He acordado i decreto:

Comisiónase al ingeniero don Ernesto Williams para que concurra al Congreso Internacional de Minas que tendrá lugar en Salt Lake City, Estados Unidos de Norte América, e informe al Gobierno sobre las materias que en él se traten.

El señor Williams desempeñará su comision *ad honorem*.

Anótese i comuníquese.—ERRÁZURIZ.—*Emilio Bello C.*

Núm. 1,207.—Santiago, 14 de julio de 1898.—He acordado i decreto:

Comisiónase *ad honorem*, al ingeniero don Carlos Vattier para que estudie en Europa i Estados Unidos de Norte América las aplicaciones de las aguas de regadío como fuerza motriz, las ordenanzas que las rijen, i ademas los procedimientos para beneficiar metales, especialmente de cobre.

El señor Vattier informará al Ministerio de Industria i Obras Públicas acerca de los puntos indicados.

Anótese i comuníquese.—ERRAZURIZ.—*Emilio Bello C.*
