

# BOLETIN

DE LA

# Sociedad Nacional de Minería

## DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

◆

**Presidente**  
Cárlos Besa

**Vice-Presidente**  
Cesáreo Aguirre

**Director Honorario**  
ALBERTO HERRMANN

Aldunate Solar, Cárlos  
Andrada, Telésforo  
Avalos, Cárlos G.  
Chiapponi, Márcos  
Echeverría Blanco, Manuel

Elguin, Lorenzo  
Gallardo González, Manuel  
González, José Bruno  
Lecaros, José Luis  
Lira, Alejandro

Mandiola, Adrian  
Pinto, Joaquín N.  
Pizarro, Abelardo  
Santa Cruz, Joaquín  
Yunge, Guillermo

**Secretario**  
ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

## El rio del Chaco

Con este título ha publicado el Dr. L. Darapsky en el número 83 de este BOLETIN un artículo, en que trata de combatir las ideas emitidas por mí en otro artículo, que con el nombre de «El antiguo rio del Chaco» fué publicado en el núm. 77 del mismo BOLETIN. El objeto de mi artículo fué demostrar dos cosas: 1.º Que el rio del Chaco en una época jeológica pasada ha tenido su salida a la bahía de Cifunchos, no al puerto de Taltal como ahora, i 2.º que el desierto de Atacama ha tenido un clima bastante lluvioso hasta pasada una gran parte de la época cuartaria.

Desde luego me felicito de haber dado lugar mi artículo a una discusion en Chile mismo sobre asuntos jeológicos de este país, cuyos hijos, hasta ahora han prestado tan poca atencion a la jeología, a pesar de ser Chile quizas uno de los países mas interesantes del mundo para esa ciencia.

Paso a considerar ahora los argumentos, que aduce el señor Darapsky para rechazar mis ideas i creo que me será fácil demostrar, que estos argumentos son completamente infundados.

Principiaré con la cuestion de la antigua desembocadura en Cifunchos.

Para combatir este punto i al hablar de la fuerte gradiente del cauce actual del rio Chaco entre la estacion de Breas i el puerto de Taltal, dice que yo «*para suavizarlo*» atribuyo al supuesto rio otro cauce de estension mas larga, pero conforme con su direccion principal, la que hoi dia enseña el mapa que en Breas dobla casi en ángulo recto al N.» Desde luego esto no es exacto; he mencionado



únicamente la fuerte gradiente como uno de los varios motivos, que me indujeron a dirigirme a Breas para hacer un estudio de su jeolojía. Al llegar allá no habia sospechado todavía, que el rio hubiera tenido ántes otra direccion; mas bien tuve una vaga sospecha de la antigua existencia de una laguna allí. Por consiguiente no les exacto, que he considerado la fuerte gradiente *como una prueba*, de que el rio ántes ha tenido otra direccion.

Fuera de esta aseveracion inexacta no vuelve el señor Darapsky a ocuparse de la antigua desembocadura del rio, hasta que al fin de su artículo dice lo siguiente: «trasmontando los abigarrados collados, que separa el agua de Breas de la de Chépica, es fácil desengañarse al recorrer la desembocadura de la quebrada, que aquí se junta a la principal. Admira ver, que el enlace del ramo de la Chépica se efectúa con una pendiente bastante suave, razon que lo ha hecho elejir por las caravanas carreteras, que traen los minerales de plata de la remota «Esmeralda» a Taltal, sin necesidad de suplir por el arte defectos de la huella, que no tiene». Con estas palabras cree el señor Darapsky haber probado, que el antiguo rio del Chaco nunca ha desembocado en Cifunchos. Sin embargo, lo único que dice, es que la quebrada de la Chépica se junta a la de Taltal con una pendiente bastante suave.

Quizas haya querido decir con esto, que el antiguo rio del Chaco al llegar a la quebrada de la Chépica habria desembocado por ésta en la quebrada de Taltal. Pero cuando corria el rio Chaco a Cifunchos, no existia todavía la actual quebrada de la Chépica, puesto que ha sido cavada en parte en los mismos cascajos que rellenaron el antiguo cauce del rio Chaco, i su desembocadura en la quebrada de Taltal data de la misma época, i se debe a las mismas causas (el terreno de cascajo) que desviaron el rio Chaco a la quebrada de Taltal. Antes corrian las aguas de la quebrada de la Chépica o de la Piedra Grande juntas con las del rio Chaco hasta Cifunchos.

Por lo demas, no menciona, i por consiguiente tampoco refuta Darapsky mis argumentos en favor del desvío del rio del Chaco en Breas. Temiendo que no haya sabido esplicarme con la suficiente claridad, los repito en seguida:

1.º La existencia del gran plan inclinado, que desde cerca de la estacion de Canchas se estiende sin interrupcion, pasando por Breas con direccion a Cifunchos;

2.º La composicion del sub-suelo de este llano, que es de capas de aluvion bien estratificadas, en su mayor parte cascajo con mui poca arena i arcilla i que en la estacion de Breas se presenta con un espesor de veinte metros mas o ménos; i

3.º Que el cauce actual del rio Chaco viene cavado enteramente dentro de estos cascajos desde mas arriba de Las Breas *i lo único que le impide seguir por la gran abra, que va a Cifunchos, son las barrancas de este mismo cascajo, que le obligan a torcer a la mano derecha, dejando a la izquierda todo el gran plan inclinado, i a meterse por la estrecha garganta i entre cerros altos, a la quebrada de Taltal*. Antes de existir el terreno de aluvion, no han tenido, pues, las aguas ningun impedimento para seguir directamente a Cifunchos.

Habiendo demostrado ademas mas arriba que el rio del Chaco no puede



haber desembocado a la quebrada de Taltal por la de la Chépica, creo que queda completamente en pié mi teoría de su desembocadura por Cifunchos.

Veamos ahora las razones que tiene Darapsky para negar la existencia de un clima lluvioso en el desierto de Atacama, durante el principio de la época cuartaria.

Dice que es imposible «trazar la obra de una erosion lenta i constante en el desierto», i en otra parte, «que la erosion en el desierto es de estrecha accion i de casi ninguna influencia en su relieve.»

Para esto, se funda en el hecho, de que un «precipitado declive poco ántes de tocar al mar forma el rasgo característico de todas las quebradas de la costa setentrional en la rejion atacameña», i en cuanto al interior del desierto dice, que «contra gradientes en la inclinacion de los cauces secos se repiten mui a menudo» i las atribuye a la continuacion de las serranías contiguas por debajo, el espolon, como lo llama, «que ha podido conservarse precisamente por la ausencia de la fuerza dinámica, que caracteriza la bajada de los rios».

Admito el hecho de los cambios de gradiente, pero no la esplicacion. Sabe mui bien el señor Darapsky, que tambien en los rios, que constantemente tienen aguas corrientes, hai cambios en la gradiente, que se manifiestan por la mayor velocidad de las aguas, que a veces llegan a formar rápidos i hasta cascadas. Esto se debe algunas veces, a que los rios son relativamente nuevos, así que no han tenido el tiempo necesario para cavar su lecho definitivo; otras veces, en los rios viejos, a la diferencia en la dureza de las rocas, que tienen que atravesar. Una cantidad dada de agua produce una gradiente mas suave en terreno blando que en terreno duro; estos cambios en la dureza del terreno, muchas veces coinciden con los espolones de los cerros vecinos, como lo observa el señor Darapsky.

Esto para demostrar que para esplicar los cambios de gradiente en el interior del desierto, no hai necesidad de ocurrir a la hipótesis de falta de agua constante.

En cuanto a la costa, puede tambien haber contribuido en uno que otro caso la dureza de la roca al aumento de gradiente, pero hai allá otras causas mas jenerales i mas importantes, a que se deben estos cambios. Son estas causas dos: 1.<sup>a</sup> El solevantamiento de la costa; i 2.<sup>a</sup> El hecho de haber desaparecido una gran parte de la costa por la accion destructora de las olas. Con esto quedaron «colgadas» en altura las desembocaduras de las quebradas, como lo he mencionado en mi artículo «La configuracion de la costa de Chile,» aumentándose con esto en alto grado la fuerza erosiva de sus aguas, que principiaron a profundizar un nuevo lecho en la desembocadura, estendiéndose paulatinamente hácia atras; si hubieran tenido tiempo suficiente, habrian concluido con formar un nuevo cauce mas profundo, con una gradiente mas o ménos constante, solamente con pequeñas variaciones dependientes de la naturaleza de las rocas; pero con el principio del clima seco del desierto, cesaron las aguas de correr i la escavacion de los nuevos cauces quedó apenas iniciada.

De este modo se esplica, de una manera fácil i natural, por qué las quebradas tienen un declive mas precipitado cerca de su desembocadura que mas



arriba, mientras que la ausencia de aguas corrientes constantes como lo quiere el señor Darapsky no lo explica absolutamente.

Otro argumento del señor Darapsky es la existencia entre Agua Verde i el pié de la cordillera Domeyko de «una planicie que parece un gran lago irregular» i donde, segun Darapsky, debia haberse formado un verdadero lago, si hubiera habido agua suficiente. Como ni el fondo ni las orillas dejan percibir el menor rastro lacustre, continúa Darapsky, «debemos creer que el papel, que corresponde al agua en épocas pasadas, no difiere esencialmente del que vemos que desempeña hoy dia».

A esto tengo que contestar, que el lago mencionado nunca ha existido ni podria existir, por muchas que fueran las aguas corrientes, puesto que lo que segun Darapsky parece lago, es un plan inclinado con libre salida hácia la costa. Es cierto que este plan tiene una gradiente mui suave, así que en tiempo de los chubascos las aguas gredosas se esparcen por todas partes sin tener cauce fijo; pero la gradiente existe i así lo ha indicado el señor Darapsky mismo en su perfil.

El farellon de la Isla que, segun Darapsky, se opondria al paso de las aguas, no es mas que un cerrito completamente aislado, rodeado por terrenos de aluvion en todo su alrededor, así que no contribuiria en lo mas mínimo al estancamiento de las aguas. Cuando Darapsky de la falta de depósitos lacustres en este plan indicado deduce, que nunca ha habido aguas suficientes para formar un lago, que por consiguiente el clima ha sido siempre seco como ahora, peca este argumento por su base.

La falta de un cauce bien pronunciado no prueba nada en contra de la teoría de un clima mas lluvioso en el desierto. El mismo Darapsky dice, que «la capa caliza del boquete de Agua Verde, como los limos que cubre, i las zanjas que surcan el suelo, son debidas al arrastre producido por el agua de los chubascos o nevadas, que caen a intervalos incalculables». En esto estoy completamente de acuerdo con él. Pero si todo está cubierto con las tierras acumuladas durante la época seca ¿cómo quiere Darapsky entónces, que estén a la vista los antiguos cauces del tiempo lluvioso?

En la falda de la cordillera están a la vista los antiguos cauces cavados hasta la hondura de 150 a 200 metros en la roca viva i con laderas casi verticales, como los cañones de los Estados Unidos. En el centro del desierto, en las grandes llanuras con poco declive i debido a la poca cantidad de agua, ha cesado la fuerza erosiva i se han ido rellenando los cauces con los limos arrastrados por los chubascos casuales. En la costa, donde la gradiente es mayor, aparecen los cauces otra vez, a no ser que estén cubiertos por cascajos marinos, como sucede en el rio Chaco.

Si el clima de nuevo se cambiara en lluvioso, se limpiarían otra vez los antiguos cauces en el centro del desierto. Así, por ejemplo, en las fuertes gradientes de Agua Verde se formaria un profundo cauce, que paulatinamente se estenderia hácia atras, disminuyendo su profundidad al atravesar las grandes llanuras o planes inclinados del centro hasta reunirse con los cauces profundos de la cordillera.



Cuando Darapsky dice, que la erosion en Atacama es de estrecha accion i de casi ninguna influencia en su relieve, estoi completamente de acuerdo con él i me refiero a este respecto a mi artículo «Los ajentes atmosféricos i su obra en el desierto de Atacama», publicado en el número 83 de este BOLETÍN; pero esto no prueba de ninguna manera, que en tiempos pasados no haya sido mui distinto.

Cita Darapsky en su favor al Dr. Philippi, quien combatió a Alcides D'Orbigny, que segun Darapsky reclamó poderosos cataclismos i catástrofes hidrodinámicas para modelar el relieve del desierto. Con este motivo he consultado la obra de Philippi, «Eine Reise durch die Wüste Atacama», i he encontrado solamente las siguientes líneas, que traduzco íntegras por venir de dos autoridades en la materia; no sé si a estas líneas se refiere Darapsky, pues no mencionan ni cataclismos ni catástrofes:

«D'Orbigny dice (Voy. vol. III pág. 353), que en todas partes de la costa, (en el interior nó) ha encontrado lechos de rios bien pronunciados; i que se puede juzgar de la fuerza i del volúmen de las aguas, que han corrido en ellos, por los enormes blockes arrastrados, i por su profundidad, que llega a mas de cuatro metros, con seis hasta ocho metros de ancho. Este fenómeno le ha sorprendido tanto mas, cuanto que desde los tiempos históricos mas antiguos ninguna gota de agua ha caido ni en Cobija ni en toda la costa de Chile i Perú entre Copiapó i Paita (?). Sin embargo, no hai ninguna duda de que al principio de nuestro período abundantes lluvias han caido en estos lugares, como tambien en todos los puntos del declive occidental de los Andes, donde actualmente no llueve (?). Debemos para esplicar este cambio en la atmósfera suponer un completo cambio en la direccion de los vientos, un cambio que es poco probable, o debemos pensar en causas análogas a las que hicieron bajar los ventisqueros de Europa hasta el fondo de los valles? Yo me inclinaria a la última hipótesis.»

Contesta Phil.: «Ventisqueros solamente pueden existir, donde hai abundantes precipitados acuosos, en las altas rejiones nieve, en las bajas lluvia, i para esplicar éstos parece necesario suponer vientos lluviosos que, segun D'Orbigny, son improbables. Ventisqueros, que en la zona tórrida hayan alcanzado desde el flanco de la cordillera, en la altura de 12,000 piés, hasta el mar, veinte, cuarenta o mas leguas distante, nadie los admitirá. Tambien opina D'Orbigny en otra parte, (Geol., pág. 98) que es claro que, cuando una baja temperatura casualmente haya cubierto los cerros con nieve, debian formarse riachuelos en los flancos tan luego como la temperatura de estas latitudes haya vuelto a su estado normal. Con el aire estraordinariamente seco de estos parajes, la causa de la sequedad i falta de lluvia, seria necesario suponer una baja mui grande de la temperatura; sin embargo, siempre seria mui poca la nieve caida i ¿qué circunstancia podria causar esta baja de temperatura? ¿I seria suficiente este fenómeno? Es una pura hipótesis, cuando D'Orbigny opina que al principio de nuestro actual período hayan caido copiosas lluvias, para lo que no indica ni una sola razon. Completamente falsa es la pretension de que allá nunca llueve: la lluvia tormentosa de mayo de 1848, que hizo correr el rio Salado hasta el mar i casi arrastró la casa de Chañaral Bajo, todavía está en la memoria de todos: he mencionado cómo personas ancianas recuerdan, que una corriente poderosa bajó



por la quebrada de Paipote, jeneralmente seca, amenazando a Copiapó; he contado, que me han asegurado en Atacama, que allí llovió hacia 18 meses. Finalmente he sabido, que en el invierno muchas veces cae bastante nieve i en febrero, lluvia. Esto ya sabia Herrera i es sabido que Almagro, cuando quiso conquistar a Chile, perdió una gran parte de su jente por el frio i la nieve, al atravesar la cordillera de Copiapó. La lluvia i nieve, que yo mismo he experimentado en febrero, era insignificante, pero en otros años puede ser mayor, i un riachuelo, que por causa de un fuerte aguacero solamente corre un par de horas, escavará con el fuerte declive zanjas mui hondas en terreno suelto. Que nunca en la parte del desierto visitada por mí rios i riachuelos hayan corrido continuamente, lo prueba la ausencia completa en sus lechos de piedras redondeadas, como las habria producido un movimiento i roce continuo. Tampoco he visto en ninguna parte grandes blocks arrastrados desde léjos; donde yo he visto éstos, me parecieron mas bien caidos de las faldas de los cerros i no arrastrados desde léjos por las aguas. No he visto ningun hecho, que pudiera indicar que anteriormente, dentro de nuestro actual período jeológico, los fenómenos atmosféricos hayan sido considerablemente distintos de los actuales».

Hasta aquí Philippi.

Como se ve, las deducciones de D'Orbigny son idénticas a las mias, aunque con la diferencia de que él solamente menciona lechos de rios de cuatro o mas metros de profundidad con seis a ocho de ancho, miéntras que yo me refiero a quebradas de mas de cien metros de profundidad cortadas en la roca viva.

Philippi juzga que estos lechos mencionados por D'Orbigny pueden haber sido producidos en terrenos de aluvion por los chubascos, que de vez en cuando caen en el desierto, i se opone a que anteriormente, «dentro de nuestro actual período jeológico», los fenómenos atmosféricos hayan sido notablemente distintos de los actuales. Por consiguiente, no dice Philippi, que nunca ha habido un clima lluvioso en el desierto, como lo pretende Darapsky. Philippi se refiere únicamente a nuestro actual período jeológico, miéntras que Darapsky se refiere a todas las épocas pasadas. I es mas que probable que Philippi no se hubiera opuesto, si se le hubiera probado que las quebradas de la costa de mas de cien metros de hondura, cortadas en la roca viva, han sido escavadas durante la época cuartaria, así como yo creo haberlo demostrado en mi mencionado artículo «Los agentes atmosféricos, etc.»

La consecuencia de no admitir la teoría de un clima húmedo en el desierto es, que se ha visto obligado Darapsky a emitir hipótesis mui curiosas sobre la manera de formarse las quebradas de la costa. Hablando de la quebrada de Taltal dice que ocupa el «intersticio entre emergencias volcánicas», i en otra parte: «juzgo, pues, inadmisibile que el Chaco haya horadado el trecho entre Breas i el mar en cerros volcánicos de reciente oríjen»; i hablando de la direccion de las quebradas de los Changos i de los Infieles al sur de Taltal, dice que «hacen compañía a la del Chaco no por la fuerza de la erosion, que en estos pequeños alvéolos debe ser insignificante» o nula, sino «por la direccion e interseccion de las sierras, que los flanquean.»

De suerte que mas o ménos como un albañil pone dos hileras de ladrillos,



una al frente de la otra para formar una acequia, así habría puesto el Creador dos hileras de volcanes a lo largo de la quebrada de Taltal en la estension de 16 kilómetros, que mide la distancia de Breas al puerto, para que las aguas del rio Chaco corriesen por el medio. Lo mismo habría sucedido en las otras quebradas mencionadas; i para ser lójico habría que admitir lo mismo para todas las demas quebradas de la costa.

Si el señor Darapsky se hubiera impuesto de la jeología de la quebrada de Taltal, habría visto que ésta no corresponde a tal teoría. Está rodeada la quebrada en la parte superior por pizarras i cuarcitas paleozoicas, mas abajo por conglomerados porfíricos i porfiritas anjíticas eruptivas, ademas de felsitas i miembros de la familia granítica, todas pertenecientes a la época secundaria. Verdaderas rocas volcánicas no hai. En la quebrada de los Changos se encuentran conglomerados porfiríticos i tambien porfiritas eruptivas de la época secundaria; en las quebradas de la costa entre Caldera i Paposo se encuentran casi toda clase de rocas, ménos las volcánicas.

Todas estas quebradas no pueden haberse formado sino por la erosion de aguas corrientes.

Lo mismo que en la cuestion «desembocadura por Cifunchos», creo haber refutado todos los argumentos de Darapsky en contra de la teoría de un clima húmedo en el desierto durante el principio de la época cuartaria.

---

Mencionaré ahora dos cuestiones indicadas por Darapsky: el rio Salinas i el rio Frio. Segun la teoría de un clima mas lluvioso han tenido los dos agua corriente constante.

El primero ha tenido su salida o por el paso indicado por Darapsky (el que no conozco sino de léjos, ignorando si la barrera, que actualmente lo tapa, es compuesta de terreno de aluvion o de roca viva), o por la quebrada de La Negra, de la que está separada solo por una pequeña elevacion del terreno de aluvion, cerca de la estacion de Portezuelo i que quizas indica una antigua playa. Antes de haberse cavado la bahía de Antofagasta por la obra destructora de las olas, ha tenido el rio Salinas su desembocadura, con una gradiente mui suave, fuera de la línea, que reune el Coloso con el Morro Moreno, que en aquel tiempo deben haber formado una serranía continua.

El rio Frio ha corrido tambien, no lo dudo, hasta el salar de Atacama, que en aquel tiempo no era salar sino un lago, lo que prueban las antiguas playas, que he visto en varios puntos de su circunferencia en la altura de 60 metros mas o ménos. Esta laguna no ha tenido salida; ha mantenido el equilibrio de sus aguas por la evaporacion, como sucede en el lago Poopó i Aullogas en Bolivia.

Conociendo la superficie total de la laguna, la cantidad de agua evaporada anualmente, i tambien la superficie de su hoyada hidrográfica, podemos formarnos una idea aproximada de la altura del agua caída en esta hoya anualmente.

Suponiendo que en aquel tiempo han sido tributarios del lago de Atacama,



ademas de su hoya actual, tambien las de Pajonal, del rio Frio, de Guanaquero i de Imilac, tenemos, segun San Roman (Desiertos i Cordilleras de Atacama, tomo II, páj. 530, 564 i 565) que la hoya hidrográfica ha tenido una estension total de 2.405,681 hectáreas. Segun el mismo San Roman, el área o la superficie actual del salar de Atacama es de 280,000 hectáreas; suponiendo ademas que la superficie del lago haya tenido una estension 25% mayor que el salar, por haber estado en sesenta metros mas de altura, es decir, un total de 350,000 hectáreas, resulta que el área total de su hoya hidrográfica ha sido, en números redondos, siete veces mayor. Admitiendo una evaporacion anual de metro i medio de altura (1) seria la altura del agua caída sobre toda la superficie de la hoya, la sétima parte o 214 milímetros, mas o ménos. Pero a esto hai que agregar la cantidad que nunca ha llegado al lago por haberse evaporado en el camino i que probablemente representará igual cantidad (2). Tendríamos entónces la altura total del agua caída igual a 428 milímetros. El promedio de la altura del agua caída en Santiago durante los años 1866-1896 es de 328 milímetros anuales.

Se ve ademas, que la evaporacion sola, dada la mencionada cantidad de agua caída, habria sido suficiente para mantener el equilibrio de las aguas del lago, sin necesidad del desagüe por un rio.

Estos cálculos están naturalmente mui léjos de ser exactos, pero sirven para dar una idea jeneral.

---

Resumiré mis razones en favor del clima húmedo del desierto, al principio de la época cuartaria, completando las que he dado en mis artículos anteriores: «El rio del Chaco» i «Los ajentes atmosféricos», etc. Son:

1.º La existencia de varias quebradas al pié de la cordillera Domeyko, que han formado cajones, hasta la profundidad de 150 a 200 metros, parecidos a los del rio Colorado en los Estados Unidos, atravesando primero una capa suavemente inclinada de traquita i despues rocas porfiríticas.

2.º La existencia en la costa de varias quebradas, que nacen en la misma cordillera de la costa, i que están cortadas en la roca viva, a veces hasta la profundidad de 100 i mas metros.

3.º La imposibilidad de que estas quebradas hayan podido ser escavadas por las pequeñas lluvias, que caen sobre la cordillera de la costa i que, por lo que yo sé, nunca han alcanzado a hacer correr el agua en ellas hasta el mar.

4.º La existencia en los salares de la alta cordillera i de la Puna de Atacama de antiguas playas, que indican que los salares antiguamente han sido lagos. (3)

---

(1) Lo que es mas o ménos la evaporacion anual de Santiago. En el lago Atacama probablemente no ha sido menor, sino mas bien mayor, debido a los constantes vientos; a la menor presion atmosférica i a los fuertes calores del día, aunque las noches han sido mas frías.

(2) En aquellas alturas una gran parte de la humedad habrá caído como nieve, que se deshace despacio dando lugar a mucha evaporacion.

(3) En «El Boletín de la Oficina Nacional de Inmigracion, Estadística i Propaganda Jeográfica», Bolivia, vo'úmen III, página 379, menciona Minchin antiguas playas en la altura de



5.º) Que la época lluviosa coincide con el principio de la época cuartaria, prueba el hecho de que las quebradas nacidas en la costa no contienen los cascajos marinos, que las habrían rellenado, si hubieran existido ántes de la sumersion i consiguiente solevantamiento de la costa. Especialmente llamo la atencion sobre el hecho de encontrarse en la quebrada del Coloso, encima de una planicie i a la altura de 150 metros sobre el mar, cascajos estratificados, que contienen blocks hasta de dos piés de diámetro, habiendo cavado su cauce la quebrada del Coloso, primero en este cascajo unos diez metros i despues en la roca viva unos cien metros mas.

En fin, mencionaré, lo que dice Pissis en su «Jeografía física de la República de Chile», páj. 206: «El clima del desierto de Atacama no ha sido siempre tan seco, pues numerosos indicios demuestran, que habia allí, en otro tiempo, grandes lagos e importantes corrientes de agua, si se ha de juzgar por la anchura de sus álveos i los pedruzcos, que arrastraban consigo. Esta mudanza de clima parece que corresponde hácia el principio de la época cuartenaria, a consecuencia del levantamiento que hubo allí: los lagos debieron derramarse en el mar, el aire llegó seco a la cordillera de los Andes, que se despojó de sus nieves; i los manantiales de las corrientes de agua se agotaron.»

LORENZO SUNDT  
Ingeniero de minas.



## Resultados económicos actuales de la explotación de cobre en Mansfeld, Alemania

El yacimiento mineral de Mansfeld, en Alemania, que ha sido explotado i ha formado desde muchísimos años artas la principal fuente de producción de cobre de ese país, es constituido por una delgada i pobre capa o estrata mineralizada que forma parte concordante de las estratificaciones de la formación Permeana del grupo Paleozoico.

La capa o manto explotable tiene mui considerable estension horizontal i es formada por esquitas betuminosas impregnadas de minerales sulfurados de cobre, algo de plata i a veces nickel i cobalto en pequeñas cantidades; su espesor varía de 10 a 20 pulgadas, es decir de 0.25 a 0.50 metros i su lei en cobre no alcanza a 3%, siendo su contenido en plata en jeneral inferior a 1.5 D. M.

Sobre este yacimiento se han instalado trabajos que llevan ya prolongadísima vida i que han sido hasta ahora de un resultado financiero altamente satisfactorio.

---

200 piés encima del actual nivel del lago Poopó. En el norte de Bolivia las ha visto el que suscribe en mayores alturas.



Estos trabajos con su gran número de operarios en ellos ocupados, con sus establecimientos de fundición i refinación de cobre i plata, con sus variadas industrias anexas, pasa hoy por una verdadera crisis económica, como se verá por los datos que a continuación se dan, habiéndose tomado las cifras respectivas de las memorias de la compañía que explota i beneficia estos minerales, correspondientes a los años 1901 i 1902.

Segun esas memorias se puede formar para las cantidades de minerales explotados i el cobre i plata obtenidos del beneficio, el cuadro siguiente:

Años	Mineral explotado Toneladas	Cobre refinado Toneladas	Cobre electrolítico Toneladas	Plata fina Kilogramos
1900.....	671.918, <sup>275</sup>	17.710, <sup>658</sup>	965. <sup>100</sup>	97.506. <sup>421</sup>
1901.....	695.321, <sup>200</sup>	18.043. <sup>472</sup>	1.036. <sup>278</sup>	99.131. <sup>932</sup>
1902.....	680.783, <sup>780</sup>	17.201. <sup>323</sup>	1.548. <sup>000</sup>	98.445. <sup>659</sup>

En este cuadro se ve que, bajo el punto de vista de los minerales tratados i cantidades de cobre i plata obtenidos, no puede hablarse de disminuciones que valgan la pena, sino que los trabajos han seguido durante los tres años su marcha normal i activa.

Tomando en cuenta las entradas i gastos totales de la explotación i beneficio de los minerales i de la venta de todos los productos de estas operaciones, se obtiene el siguiente cuadro:

Años	Producto total por venta de cobre, plata i otros produc- tos, en marcos	Gastos en las minas, fundición i refinación Marcos	Diferencia de entradas i gastos
1900.....	40.792,468.56	33.240,069.66	+ 7.552,398.90
1901.....	37.564,592.35	34.757,171.84	+ 2.807,420.51
1902.....	29.044,079.50	29.634,971.15	— 590,891.65

Demuestra, pues, este cuadro que, si bien se han disminuido considerablemente los gastos, sin embargo, en lugar de exceso de entradas, el año 1902 ha dejado para las minas i establecimientos metalúrgicos un déficit de mas de medio millón de marcos, diferencia que proviene de los bajos precios de venta de la plata i el cobre que, en cantidades mas o ménos iguales, han producido en 1902 cerca de 8½ millones de marcos ménos que en 1901 i mas de 11½ millones de marcos ménos que en 1900.

Los precios medios de venta, cuya baja es la causa del resultado financiero tan desfavorable al año 1902, han sido durante esos tres años los siguientes:

Años	Precio medio de venta del cobre refinado Marcos por tonelada	Precio medio del cobre electro- lítico Marcos por tonelada	Precio medio de la plata Marcos por kilogramo
1900.....	1,534.46	1,525.73	83.55
1901.....	1,507.13	1,520.94	80.07
1902.....	1,125.67	1,110.90	70.93

Estos números demuestran de una manera clara el motivo de los resultados financieros tan contrarios al año 1902. Con baja de esa naturaleza en el precio



de los productos ha tenido forzosamente que resultar pérdidas para la sociedad de Mansfeld, aunque se hayan llevado los trabajos con una economía de mucha consideracion, como se ve en los cuadros anteriores.

En efecto, resulta de la cuenta de ganancias i pérdidas que en 1901 hubo una ganancia de 1.754,443.50 marcos en el trabajo de minas i establecimiento de beneficio, miéntras que en 1902 hubo una pérdida de 1.738,683.40 marcos en ese mismo trabajo.

La compañía posee ademas diversas instalaciones i negocios, como ser bosques i propiedades rurales, fábricas de materiales, de utilizacion de las escorias, fábricas de laminado de cobre, minas de carbon en Westfalia i fábricas de ladrillos; asimismo líneas férreas, etc., i aun casas habitaciones i terrenos de cultivo que ha tenido que comprar por haberles causado perjuicios por los hundimientos del terreno provocados por la explotacion del manto cobrizo. La administracion de todas estas fábricas ha producido en 1901 cerca de  $4\frac{1}{2}$  millones de marcos que unidos a las ganancias de las minas i fundiciones, hizo subir las ganancias líquidas totales de ese año a 4.917,664.77 marcos; en 1902 la cuenta de ganancias i pérdidas dan, para la seccion de las minas i metalurjía, un pérdida total de 1.738,683.40 marcos, pérdida que, gracias a las ganancias obtenidas en las demas fábricas i negocios, se equilibra quedando aun un saldo de 108,110.24 marcos como ganancia líquida total para la compañía.

Estos antecedentes demuestran que la crisis porque pasa por motivo de la baja de los precios del cobre i de la plata, la industria del cobre en Mansfeld, es de lo mas serio, ya que sus ganancias se han reducido a una insignificante suma especialmente considerando aisladamente la industria cobrera, sin las otras fábricas anexas, que, como hemos visto, ha dejado una pérdida de  $1\frac{1}{4}$  millones de marcos.

Mui interesantes son tambien los datos que traen las memorias citadas respecto a los gastos hechos; extractaremos algunos de ellos que tienen mayor importancia i que se refieren solamente a las minas o fundiciones, dejando a un lado las que se relacionan con las otras industrias anexas, agrupando los datos i haciendo los cálculos necesarios para obtener una idea mas o ménos exacta de lo que es la industria minera i metalúrgica de esta importante rejion.

Los gastos totales de explotacion i beneficio se desprenden del cuadro siguiente:

	1901	1902
Cantidad de mineral explotado: tns.....	695,321.20 mcs.	680,783.78 mcs.
Cantidad de mineral beneficiado: tns.....	692,440.00 »	682,610.00 »
Gastos de explotacion.....	22,915,301.85 mcs.	19,468,673.53 mcs.
Gastos de fundicion a 2.º eje.....	8,967,997.95 »	7,697,697.47 »
Gastos de extraccion de la plata.....	718,986.29 »	640,863.32 »
Gastos de refinacion del cobre.....	670,585.70 »	609,823.55 »
Compra i tratamiento de minerales ajenos.....	141,638.05 »	116,046.24 »
Gastos de administracion, de venta i gastos jenerales.....	1,342,662.00 »	1,101,867.00 »
<b>TOTALES.....</b>	<b>34,757,171.84 mcs.</b>	<b>29,634,971.15 mcs.</b>



El capital de trabajo ascendía en efectivo, efectos i material en tratamiento en 1902 a una suma de algo mas de 15 millones de marcos, sin incluir aquí naturalmente, ni el valor de las minas ni del establecimiento, pero sí incluyendo el capital móvil de las demas industrias anexas.

Es de sentir que estas memorias no traigan una estadística retrospectiva que permita saber el monto total producido desde el principio de los trabajos, i no traigan tampoco el capital social ni por lo tanto el monto de los dividendos pagados en forma que sea comprensible para los que no están perfectamente impuestos de la forma en que se ha establecido la Sociedad o compañía de Mansfeld.

Durante 1902 se beneficiaron 682,610 toneladas de minerales que produjeron 49,179.29 toneladas de ejes crudos (de primera fundicion); de 52,065 toneladas de estos ejes crudos se obtuvieron 25,041.34 toneladas de eje de segunda fundicion i 70 toneladas de cobre metálico.

En la seccion de calcina se calcinaron 47,360 toneladas de ejes crudos, obteniéndose 19,533 toneladas de ácido sulfúrico de 50 hasta 66° B. i 25 toneladas de vitriolo de fierro.

Ademas de los humos i polvos de las canales de condensacion, se obtuvieron 349.40 toneladas de eje crudo, 391,879 toneladas de plomo platoso i 7,000 kilogramos de speiss nickelfero. En la seccion de apartado eléctrico se obtuvieron 7,548.71 kilogramos de residuos platosos.

El cobre i plata obtenidos ya se ha dado a conocer anteriormente.

En impuestos oficiales se pagó la suma de 428,010.74 marcos; con los impuestos no oficiales, peso indispensable como son las contribuciones a favor de las sociedades obreras mineras, de los hospitales, gasto de indemnizacion por accidentes, etc., la suma alcanza a 1.773,713.66 de marcos.

Para reducir los gastos en la proporcion que se ha visto anteriormente en 1902 sobre los de 1901, lo cual representa una economía de cerca de 5 millones de marcos, se ha reducido lijeramente los jornales, i se ha empleado en cuanto ha sido posible lignitas en lugar de hullas en los diversos usos posibles; ademas estos gastos fueron tambien menores por el hecho de haber bajado algo los precios del carbon, i porque la cantidad de agua por estraer de las minas se ha hecho mucho menor. En estas condiciones se ha podido mantener todo el personal sin disminucion ninguna.

En todos los trabajos de la sociedad se han pagado durante 1902, en jornales i empleados, la suma de 20.198,946.67 marcos. En solo jornales de operarios, la suma pagada es de 18.471,562.41 a operarios adultos, i 446,864.03 a operarios entre 14 i 16 años de edad.

En 1901, el número total de empleados i operarios ocupados en todos los trabajos de la compañía, alcanzaba a 19,885 que alimentaban 13,470 mujeres, 31,934 niños de ménos de 14 años i 567 personas mas, es decir, un total de 45,971 personas que dependen del personal de empleados i operarios. Resulta, pues, que en 1901, por los trabajos de esta compañía, eran mantenidos un total de 65,856 personas sin contar las familias de los empleados a sueldo mensual.

En 1902 el número total de operarios empleados era de 19,883 de los



cuales dependian entre mujeres i niños 45,621 personas, o sea un total de personas que ganan su vida por los trabajos de esta sociedad, de 65,504 personas sin incluir las familias de los empleados a sueldos mensuales.

Haciendo con los números anteriormente citados, i con algunos otros que vienen en las memorias, los cálculos necesarios se llega a resultados que permiten hacer algunas deducciones de importancia para obtener una idea mas o ménos clara de la marcha i gastos relativos en la explotacion i en el beneficio de los minerales.

*Operarios.*—De los sueldos pagados i de las ganancias obtenidas anualmente por operario, resulta que hai ocupados en los trabajos de la mina, sin incluir la fundicion, unos 13,000 operarios adultos i unos 976 de 14 a 16 años de edad; que el jornal medio de los primeros es de 3.25 marcos i de 1.23 marcos el de los segundos, miéntras que en 1901 estos jornales eran de 3.63 i 1.42 respectivamente.

El número de dias trabajados anualmente por cada operario es de 303 dias i la cantidad de mineral estraido por operario i año es de unas 50 toneladas.

El gasto de jornales por tonelada explotada fué en 1901 de 30.11 marcos i en 1902 de 27.79 marcos por tonelada.

Los accidentes en el trabajo son aquí mui raros i los pocos que hai son mui bien indemnizados por la Administracion; en 1902 solamente hubo 9 accidentes fatales.

*Explotacion i beneficio.*—Tomando como puntos de partida las cantidades de minerales beneficiados i los productos obtenidos podemos calcular las leyes en cobre i plata que contienen los minerales; el resultado de este cálculo es dado en el cuadro siguiente :

AÑO	Lei en cobre %	Lei en plata gramos por tonelada	Toneladas beneficiadas
1901.....	2.755	143.2	692,440
1902.....	2.747	144.2	682,610

El término medio seria pues:

Cobre.....	2.751 %
Plata.....	143.7 gramos por tonelada.

Con las pérdidas en las escorias, el mineral podrá, pues, estimarse en mui cerca de 3 % de cobre i unos 150 gramos de plata, o sean 1.5 DM. de plata igual a 1.92 marcos por cajon.

Segun los números dados anteriormente respecto a las cantidades de ejes de primera i segunda fundicion obtenidos, se deduce, haciendo el cálculo respectivo, que el eje de primer fuego o eje crudo que se obtiene tiene una lei de 38.12 % de cobre i el de segundo fuego alcanza una lei de 74.59 % de cobre.

Por cada tonelada de mineral beneficiado se ha producido 0.0286 kilógramos de ácido sulfúrico; por tonelada de eje calcinado resultan 0.4124 toneladas de ácido.

La concentracion, o sea relacion del peso del mineral primitivo con el de los ejes crudos i de segundo fuego, ha sido la siguiente: de una de eje crudo



por 13.88 de mineral primitivo i de 1 de eje de segundo fuego por 27.26 del mineral primitivo.

La concentracion total hasta obtener el cobre en barra ha sido de uno de cobre por 36.40 de mineral; de manera que si se hiciese la barra platosa para despues hacer la separacion electrolitica esa barra habria resultado con una lei en plata de 5,250.63 gramos por tonelada

Pasando ahora a la parte económica, los cálculos respectivos dan para el producto de venta i costo total de beneficio i explotacion los números siguientes:

Año	Producido por tonelada Marcos	Costo total por tonelada Marcos
1900.....	60.71	49.47
1901.....	54.25	50.19
1902.....	42.55	43.41

Aquí se ve, pues, desde luego, la influencia enorme de la baja en los precios, pues las leyes o contenido del mineral no han cambiado sensiblemente. Se ve, además, que apesar de las economías que alcanzan por tonelada a cerca de  $6\frac{1}{2}$  marcos en 1902 no ha sido posible hacer que los gastos fuesen menores que las entradas.

Calculando detalladamente en vista del cuadro que da los gastos jenerales i que hemos visto mas adelante, se obtiene el cuadro siguiente para los gastos diversos por cada tonelada de mineral:

	1901	1902
Gastos de explotacion.....	33.09 marcos	28.52 marcos
Gastos de fundicion a 2° fuego.....	12.95 »	11.28 »
Gastos de estraccion de plata.....	1.04 »	0.94 »
Gastos de refinacion del cobre.....	0.97 »	0.89 »
Compra i tratamiento de minerales ajenos.....	0.20 »	0.17 »
Gastos de administracion, de venta i gastos jenerales.	1.94 »	1.61 »
<b>TOTALES.....</b>	<b>50.19 marcos</b>	<b>43.41 marcos</b>

Calculando sobre las toneladas realmente explotadas, que son ménos en 1901 i mas en 1902, que las beneficiadas, distribuyendo los gastos de compra i tratamiento de minerales estraños en las diversas partidas en cantidades proporcionales a los números del cuadro anterior i distribuyendo los gastos jenerales, etc., por partes iguales entre la fundicion i la explotacion, se pueden formar los cuadros siguientes, que dan una idea mas cabal de los gastos efectivos en cada operacion.

#### ESPLOTACION POR TONELADA DE MINERAL

	1901	1902
Gastos de explotacion, jornales.....	30.11 marcos	27.79 marcos
Otros gastos de explotacion.....	3.11 »	0.84 »
Gastos jenerales i administracion, etc.....	0.97 »	0.81 »
<b>TOTAL POR TONELADA.....</b>	<b>34.19 marcos</b>	<b>29.44 marcos</b>



BENEFICIO POR TONELADA TRATADA

	1901	1902
Gastos de las dos fundiciones a ejes de 1. <sup>er</sup> i 2. <sup>o</sup> fuego, incluso calcina.....	13.00 marcos	11.32 marcos
Gastos de extraccion de la plata.....	1.15 »	0.95 »
Gastos de refinacion del cobre.....	0.88 »	0.89 »
Gastos jenerales, administracion, etc.....	0.97 »	0.81 »
<b>TOTAL POR TONELADA TRATADA.....</b>	<b>16.00 marcos</b>	<b>13.97 marcos</b>

Las especialísimas condiciones en que se presentan los minerales, que como se dijo al principio forman una capa o manto variable entre 0.25 i 0.50 m. hace, como se vé en el primero de estos cuadros, su explotacion sumamente dispendiosa. Son dispendiosos el arranque i los trasportes interiores, en los cuales se emplean métodos especiales que son bien conocidos para tener que repetirlos aquí. Así se esplica tambien el pequeño rendimiento en tonelada que por año dá cada operario; esta cantidad de 50 toneladas anuales en 300 dias de trabajo corresponde a una tonelada por cada seis dias de trabajo; de ahí, pues, que solamente en jornal por explotacion aparezca en 1902 un gasto que corresponde al 94.4% del total de la explotacion i un 64% del total de explotacion i beneficio. Por lo demas, se ve que los otros gastos de explotacion son bien insignificantes, especialmente en el año 1902, dadas las economías introducidas al efecto en la forma que ántes se ha indicado.

Por esos motivos los datos de la explotacion tienen una importancia netamente local que no tiene gran interes para nosotros.

Mas interes tienen los datos correspondientes a la fundicion, beneficio que, convertido a nuestra moneda (\$ de 18d), dan los resultados siguientes para 1902:

Gastos de la doble fundicion o eje de 75% incluso calcina....	\$ 7.55
Gastos de extraccion de la plata.....	0.63
Gastos de refinacion del cobre.....	0.59
Gastos jenerales de administracion, etc.....	0.54
<b>TOTAL.....</b>	<b>\$ 9.31</b>

Como se ve, un resultado altamente económico i satisfactorio para el beneficio, pues un gasto de \$ 9.31 por tonelada de mineral hasta obtener el cobre refinado i la plata al estado de venta, es realmente bajo.

El número de operarios que se ocupan en el establecimiento de beneficio es de 1,235, distribuidos como sigue:

En la fundicion a eje crudo.....	1,601
En la calcina.....	275
En la fundicion a eje de 2. <sup>o</sup> fuego.....	173
En la refina del cobre.....	151
En el departamento electrolítico.....	35
<b>TOTAL.....</b>	<b>1,235</b>



Aun cuando las condiciones económicas o comerciales actuales son en Mansfeld mui desfavorables, no deja de ser sujestivo el hecho de explotarse i beneficiarse minerales de leyes tan bajas como las apuntadas i en condiciones de explotacion tan sumamente desfavorables.

Antes de terminar estas líneas será conveniente calcular qué lei en cobre debieran tener minerales de igual valor comercial a los de Mansfeld en caso que no tengan nada de plata; para ello recurriremos a los datos respectivos de los valores obtenidos por venta de cobre i plata que hemos visto que en 1902 ha sido de:

Marcos 21.282,588.50 .....	por el cobre i
» 6.983,015.50.....	por la plata.

Corresponde este valor de la plata a un 0.328 del valor del cobre, de manera que los minerales que no tuviesen plata deberian tener una lei de cobre de  $0.328 \times 2.747 = 0.900\%$  mas que la lei de Mansfeld; es decir una lei en cobre aprovechable de 3.647 que con 0.3% de pérdida en las escorias, da una lei total de 3.947% de cobre,—digamos prácticamente 4% de cobre.

*I con estos minerales una sola compañía produce, trabajando un mantito de ménos de medio metro de espesor, mas de la mitad del cobre que produce anualmente todo Chile.*

GUILLERMO YUNGE,  
Injeniero de Minas.

Santiago, febrero de 1904.



## El Mineral de Potrerillo (1)

N° 84

### BREVES APUNTES PARA UNA MEMORIA

El mineral de Potrerillo está situado en la parte sud-este del departamento de Chañaral, provincia de Atacama, i dista mas o ménos 87 kilómetros de Pueblo Hundido, hoi dia estacion de término oriental del ferrocarril de Chañaral, que es de propiedad del Fisco.

El mineral de Potrerillo abraza todo el cerro del Hueso i las serranías de su contorno, i el punto llamado «Punta del Diablo», que puede considerarse el plan del cerro, está a 3,183 metros sobre el nivel del mar.

Pocas noticias se tienen acerca de lo que fué Potrerillo a principios del siglo XIX. Solo se tienen algunos datos desde 1866 adelante; i de la historia de dicho asiento minero, que es bien ambigua, se puede solo mencionar el hecho de que en el año nombrado fué establecido un horno de fundicion en Punta del

(1) Se reproduce este artículo, publicado en el BOLETIN número 81 del año último, por haber aparecido con algunos errores de imprenta.



Diablo, usando como combustible la leña que abunda en la rejion vecina al cerro del Hueso.

Esta negociacion fracasó, supongo, por la falta de piritas, las que hasta hoi no se encuentran en la vecindad en condiciones económicas.

Hoi dia el mineral está principalmente en manos del activo industrial señor Manuel Zamorano, quien, en sociedad con otros, es dueño [de la mayor parte de las pertenencias.

El clima es el que reina en toda la rejion andina. Son comunes los cambios bruscos de temperatura.

Las nevazones que visitan de vez en cuando esa rejion, no impiden los trabajos del mineral i solo en invierno, en dias excepcionalmente frios, suelen los operarios de cancha verse obligados a abandonar sus tareas peculiares i se dedican a trabajos interiores de las minas.

La topografía del cerro es sumamente irregular: las líneas de nivel están constituidas por innumerables curvas entrantes i salientes, formadas por los contrafuertes i por las concavidades de las quebradas. De éstas, hai unas que corren por la parte oriental, otras al poniente i norte, que se unen para formar la quebrada de Potrerillo, la cual, bifurcando con varias otras, desemboca en la del Rio de la Sal.

En el trayecto comprendido entre el cerro del Hueso i la desembocadura de la quebrada de Potrerillo a la del Rio de la Sal, le caen a la primera, entre otras, las siguientes que son las mas importantes: *La Cueva*, *Cajoncito*, *Vicuña*, *Palo Blanco* i *Pasto Cerrado*. Las cuatro primeras bajan desde el macizo de Vicuña, i la última tiene su orijen en las caidas boreales del Cerro Bravo i encierra por el sur, oriente i norte una cadena de cerros que circunda al cerro del Hueso, estando ella unida a él por el portezuelo del mismo nombre i que se encumbra en la parte Sud-este del mineral.

Demostraciones del terreno demuestran que grandes i escepcionales lluvias convierten cada una de estas quebradas en enormes torrentes, que no son de mucha duracion o vida por la fuerte pendiente de sus *thalwege*.

Siempre juzgando por las demostraciones del terreno, es de suponer que en su curso arrastran peñascos enormes, troncos i raices de árboles i plantas andinas.

La formacion del salto que existe en la quebrada de Potrerillo, es una prueba evidente de este aserto.

El agua no existe, propiamente dicho, en el mineral, pero se encuentra en abundancia en mui cercana vecindad, i el acarreo de la necesaria para el uso doméstico de las minas, se hace a lomo de burro.

No parece, por el momento, que existan venas de agua en el interior del cerro en que se encuentra el mineral; i la humedad que se nota en algunas minas, proviene, a mi juicio, de las infiltraciones que buscan el bajo nivel por los mantos i vetas de greda que atraviesan una parte del cerro del Hueso.

El reino vegetal tiene pocos representantes hoi dia, pues las faenas mineras allí establecidas han consumido cuanta leña habia en ese centro minero, pero, en sus alrededores, abunda en enormes cantidades.



El mineral de Potrerillo cuenta con un buen camino carretero hasta el punto llamado «El Salto», que dista 75 kilómetros de Pueblo Hundido. Este Salto, que tiene 40 metros de altura, es salvado con un camino de herradura construido con dineros del esforzado industrial señor Manuel Zamorano.

Desde la cumbre del Salto hasta el mineral, existe otra huella carretera construida tambien por el señor Zamorano. Por esta trafican «cachuchos», que son carretas de proporciones menores que las llamadas de «huella». Las carretas de huella suben mercaderías, forrajes, etc., hasta el Salto i de retorno conducen a Pueblo Hundido los metales que traen desde el mineral los cachuchos hasta la cumbre del Salto, i despues las tropas hasta el pié.

Desde el Salto hasta el mineral hai 12 kilómetros.

Los gastos de acarreo que tienen hoi dia los metales de este mineral son los siguientes, por cada 100 kilogramos:

Aplaneo a lomo de burro desde las minas hasta la huella carretera, segun distancia \$ 0.10 a.....	\$ 0.15
Flete de cachucho hasta el Salto i de tropa hasta el pié del Salto.....	0.50
Flete de carreta hasta Pueblo Hundido.....	1.80
Cargadura de Pueblo Hundido.....	0.05
Flete de ferrocarril hasta Chañaral.....	0.45
SUMA.....	\$ 2.95

El flete de subida desde Chañaral hasta Potrerillo, cuesta \$ 3.30 los 100 kilogramos.

El acarreo actual lo verifican 5 carretas que suben cada una con 12 a 14 i bajan con 26 a 28 quintales métricos.

Los lechos metalíferos del mineral de Potrerillo no son todos regulares i están sujetos a ciertas condiciones de yacimiento.

El cobre se presenta rara vez en estado nativo i cuando se le encuentra es solo en mui pequeña escala. Lo mismo sucede con el oro i la plata, pastas que contienen todos los metales en proporcion mui limitada.

Las gangas o criaderos varían de composicion i de carácter de una veta o manto a otro i aun en el mismo manto i veta. Hai, sin embargo, criaderos que son comunes a todos los mantos i vetas, son estos: óxido de hierro, arcillas de diverso color, cuarzo i carbonatos de cal, dominando los criaderos arcillosos.

De éstos hai algunas que fácilmente se les puede separar de la parte metálica, i otras, en que su mezcla es tan íntima, que la separacion solo se puede hacer disolviendo o fundiendo todo.

De lo anteriormente espuesto, se desprende claramente, que en jeneral, los metales de Potrerillo, se prestan admirablemente para ser sometidos a una preparacion mecánica, i en seguida, tratarlos por un sistema adecuado de via húmeda, así se aprovecharia todo el cobre contenido en la parte metalífera i concentrándolo se podria hacer subir de lei los minerales pobres que tanto abundan. Ello no es un imposible, pues, como ya he dicho, existe suficiente agua en la vecindad del mineral.



Los lechos metalíferos de Potrerillo, son mantos i vetas, predominando los primeros. Los mantos se suceden unos sobrepuestos a otros, siendo la rejion estéril en minerales que los separa, de poco espesor.

Sucede en Potrerillo que los cruceros de pequeña potencia, i no los anchos, son los pintadores, formando unos clavos o choclos de metal que son los que hasta hoi dia se han explotado.

De las minas que he tenido ocasion de visitar i que enumeraré mas adelante, solo la «Remolinos» i «Altamira», tienen vetas perfectamente caracterizadas i formadas. Las demas pertenencias visitadas contienen una sucesion de mantería mui manifiesta de regular espesor, que se amoldan siempre a la topografía del cerro de su ubicacion.

Aun cuando muchas de las sustancias minerales que constituyen las vetas i mantos, les son comunes, no obstante, tiene cada veta i manto ciertos caracteres que le son peculiares.

En el mineral de Potrerillo, abunda el jaboncillo, sustancia arcillo-talcosa, poco consistente i jabonosa, que se desprende fácilmente del cielo i cajas de las labores i ocasionará derrumbamientos que pueden paralizar los trabajos i poner en peligro la vida de los operarios, si el laboreo no es conducido con cuidado i acierto. Esta circunstancia es menester se tome mui en consideracion para no abrir labores que, por el fin a que se las dedique o destine, necesitan quedar hábiles durante muchos años, sin tomar las precauciones del caso.

En las vetas, como sucede en jeneral con todas ellas, las cajas están separadas de la masa que constituye la veta, por sustancia de distinta naturaleza: estas son las salbandas o circas, como las llaman nuestros mineros, las cuales están siempre formadas de feldespato en descomposicion, mezclado con sustancias magnesianas.

A pesar de la poca profundidad que hoi dia tienen las minas visitadas ya hai indicios en algunos puntos, de que la masa de los mantos i vetas i la del cerro que forma la caja, se hallan de tal manera mezclados, que es difícil señalar planos de contactos perfectos entre ellos i efectuar una separacion precisa entre las sustancias que las forman; ello da lugar a que nuestros mineros digan que el manto o veta están caldeados.

La zona o rejion en que hoi dia se encuentran los laboreos de las minas de Potrerillo, es la de los minerales de color, i aun no se puede precisar hasta qué hondura media llegue ella, i las sustancias minerales que forman el objeto de la explotacion de esta rejion, son los carbonatos, silicatos, óxidos i algunos sulfuros de cobre.

La mina Bochinche sigue un socavon, ya mui avanzado i próximo a cortar la mantería, que está llamado a resolver un problema de mucha importancia para todo el mineral: reconocerlo en hondura.

Las minas que he visitado son las siguientes, todas pertenecientes al señor Manuel Zamorano i otros:

*Manto Oliva 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>, Quebradita 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>, Suerte, San Francisco, Ocho de Octubre, Remolinos, Altamira, Jerman Riesco, San Antonio 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>, Buena Esperanza, Manto Chile, Alianza, José Manuel Balmaceda, Bochinche 1.<sup>a</sup>, 2.<sup>a</sup> i 3.<sup>a</sup>,*



*Ampliacion, Dos Amigos 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>*, pertenecientes todas a los dueños anteriormente nombrados. Tambien las pertenencias siguientes: *Heraldo, Claudio Vicuña, Soledad i Alacran*. Estas últimas i las que siguen, no pude visitarlas por falta de tiempo.

El señor Teodoro 2.<sup>o</sup> Hess posee la importante pertenencia *Secreto*.

Las minas *Consuelo, Desquite, Resolucion o Copiapina, Gioconda, Buena Esperanza, Nevada, Isolina, Diamantina, Victoria, Constancia, Iberia i Cármen* pertenecen a los señores Besa i C.<sup>a</sup> i la llamada *Jeneral Escala*, al señor R. Sierralta.

Las siguientes pertenencias del señor Manuel Zamorano estaban en trabajo en la época de mi visita.

*Manto Oliva 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>, Quebradita 1.<sup>a</sup>, Suerte, San Francisco, Ocho de Octubre, Remolinos, Altamira, Jermaa Riesco i Bochinche 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>* en la que se sigue solo el socavon.

Las pertenencias *Heraldo, Quebradita 2.<sup>a</sup>, Bochinche 3.<sup>o</sup>, Dos Amigos 2.<sup>o</sup>*, son solo aumento de las pertenencias vecinas.

Sin trabajo estaban *San Antonio 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>, Buena Esperanza, Manto Chile, Alianza, José Manuel Balmaceda, Ampliacion i Dos Amigos 1.<sup>a</sup>*

El señor Hess sigue trabajos de desatierro i estrae metales.

El señor Sierralta no trabaja.

Los señores Besa i C.<sup>a</sup> trabajan con éxito la mina *Copiapina*.

Copiaré algunos lijeros apuntes que tengo en mi cartera de viaje sobre algunas de las minas del señor Zamorano:

*Manto Oliva 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>*—Estas pertenencias están situadas en la parte poniente del mineral, tiene ya reconocidos 6 mantos, siendo el mas importante el que actualmente se sigue. Profundidad: 30 metros. Tiene bastantes labores sobre los mantos, i existen algunos cacerones en los superiores.

Actualmente sigue el laboreo principal en planes. Hai iniciado un pique. Esplota por chiflon. Tiene puentes i sus planes en pleno beneficio, metal suave, solo se usa cuña. Produccion abundante en metales de 12% comun. Tiene bastante desmonte. En sus mantos se encuentra cobre rojo o sea rosicler de cobre (cuprita) carbonato de cobre (malaquita) cobre azul o azurita negrillos de cobre (cobre resinita manganésiano).

*Quebradita 1.<sup>a</sup>*—Se encuentra tambien en la parte poniente del mineral. En esta pertenencia hai una veta manto; su laboreo llega a 35 metros verticales i en la parte superior existen caserones. Planes en beneficio, lo mismo varias frentes. Esplota por un chiflon. Metal duro, emplea pólvora. Produccion abundante en metales de 10%. Desmonte abundante.

En esta mina existen las siguientes variedades de cobre en rocas cuarzosas arcillosas: cobre gris, cobre negro, polvorilla de cobre o melaconita.

*Suerte*.—Esta pertenencia está en la parte oriente del mineral. Tiene 25 metros de profundidad i mucho laboreo sobre su mantería. Sus planes están en pleno beneficio, lo mismo los numerosos puentes o estribos. Esplota por chiflon. Produccion mui abundante en minerales de 12%. Su desmonte es considerable. Metal blando, se usa cuña.



Variedades de cobre. Carbonatos (Cobre azul o azurita, i malaquita), negrillos (resinita manganésiana. Polvorilla (melaconita).

*San Francisco.*—Como en la anterior en la parte oriental del mineral.

Esta mina es antigua, está desaterrándose i además se han iniciado nuevos trabajos. Explota por chiflon, no exige pólvora. Su mantería puede dar producción abundante de metales de 10 a 11%. Tiene poco desmonte. Las variedades de cobre que en ella se encuentran son: Carbonatos de cobre (malaquita), negrillos (resinita manganésiana), rosicler de cobre (cuprita). En esta mina domina el color amarillo de la arcilla teñida por óxido de hierro que desvía en muchos casos el criterio del minero.

*8 de Octubre.*—Esta mina está en la parte norte del mineral. Tiene 13 metros de profundidad, metal blando. Planes en beneficio. Explota por chiflon. Su mantería puede proporcionar metales de 10% en abundancia. Poco desmonte.

Variedades de cobre: Negrillos (resinita manganésiana). Carbonatos (malaquita).

*Remolinos.*—En la parte norte. Veta-manto con 1.60 metro de potencia. Profundidad 10 metros. Planes beneficio. Caja mui bien formada; metal duro; explota por chiflon.

Esta pertenencia, mui interesante, puede producir en abundancia metales de 12%. Poco desmonte. Variedades: Carbonatos (malaquita). Negrillos (resinita manganésiana) en roca arcillosa i cuarzosa.

*Altamira.*—Vecina a la anterior i en las mismas condiciones. Tiene las mismas variedades.

*Jerman Riesco.*—Está en la parte este del mineral. Veta de 0.80 metro. Explota por un chiflon, puede producir abundancia de 10%. Poco desmonte. Necesita pólvora. Roca arcillosa cuarzosa. Variedades: Carbonatos (malaquita) i polvorilla (melaconita).

*San Antonio 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>*—Situadas en la parte poniente, vecinas a la de *Manto Oliva 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>* Planes a 10 metros en beneficio, se usa cuña.

Su mantería puede producir abundancia de metal de 9%. La 1.<sup>a</sup> tiene mucho desmonte, la 2.<sup>a</sup> poco. Variedades: En roca arcillosa, principalmente carbonatos (malaquita).

*Bochinche 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>*—Mina mui antigua, situada en la parte norte; fué en su tiempo la mina jefe del mineral. Está mui laboreada i aterrada; se han habilitado algunos trabajos desaterrando. Se ignora si tiene puentes i en qué estado se encuentran los planes. Los disfrutes payaqueados dan hasta 15% i el comun da 9%. En la parte alta de la mina hai caserones con metal a la vista. La lei comun es 10%, i los desmontes, que son mui abundantes, dan de 8 a 9%.

Esta mina tiene en trabajo un socavon de 1.90×1.50 metro por 130 metros de largo, que está a 50 metros de la bocamina i está destinado a reconocer la mina en profundidad, faltan solo pocos metros para cortar los mantos.

Sus metales son mui blandos, masa arcillosa de diversos colores. Variedades de carbonatos (malaquita), cobre azul (azurita), polvorilla (melaconita).

Hasta aquí puedo dar las variedades de cobre que contienen las minas,



pues las muestras de las que siguen, no han sido aun reconocidas por el señor Miguel R. Machado, jefe del Museo Mineralógico de Chile, quien graciosamente me ha proporcionado los datos apuntados. Seguiré solo dando datos jenerales sin clasificar sus minerales.

*Buena Esperanza.*—Vecina a las minas *San Antonio 1.<sup>a</sup> i 2.<sup>a</sup>* Los trabajos en planes, que están a diez metros, se encuentran camorreados por estar fuera de la veta manto. La parte superior está en beneficio. Produce en abundancia metales de 9%. Tiene poco desmante. Carbonatos i rosicler.

*Manto Chile.*—Manto mui poderoso, vecino a la *Buena Esperanza*. Produce metales de 8% en abundancia, planes en beneficio. Clasificación dudosa. Metal mui duro. No tiene desmante.

*Alianza.*—Vecina a la anterior. Manto mui poderoso. Tiene un pique de 10 metros i los demas caractéres como la anterior. Poco desmante.

*José Manuel Balmaceda.*—En la parte oriental del mineral. Manto. Planes en beneficio a 9 metros. Metal blando. Carbonatos. Lei comun 11% en abundancia. Tiene poco desmante.

*Ampliacion.*—En la parte norte. Manto. Planes a 5 metros i varios escarpes. Veta en beneficio. Metal duro i tiene guias angostas de metal plateado o acerado. Mui abundante 8%.

*Dos Amigos 1.<sup>o</sup>*—Vecina a la anterior. Manto; profundidad 8 metros. Metal duro. Mui abundante 8%; no tiene desmante. Existen carbonatos, rosicler i cobre nativo.

CUADRO DE LEYES

	Pinta	Despinte	Rechapque	Desmante	Comun
Manto Oliva.....	28 %	16 %	12 %	9 %	...
Quebradita 1. <sup>a</sup> .....	28 »	15 »	10 »	8 »	...
Suerte.....	35 »	16 »	11 »	9 »	...
San Francisco.....	24 »	14 »	11 »	8 »	...
8 de Octubre.....	28 »	15 »	12 »	9 »	...
Remolinos.....	20 »	13 »	11 »	8 »	..
Altamira .....	...	...	...	10 »	14 %
Jerman Riesco.....	...	...	...	8 »	14 »
San Antonio 1. <sup>a</sup> .....	18 »	12 »	...	7 »	...
Buena Esperanza .....	...	...	...	...	11 »
Manto Chile .....	...	...	...	...	8 »
Alianza .....	...	...	...	...	10 »
José Manuel Balmaceda.....	20 »	13 »	...	...	...
Bochinche 1. <sup>a</sup> i 2. <sup>a</sup> .....	...	...	...	..	14 »
Ampliacion .....	...	...	...	...	12 »

El señor Zamorano trabaja el mineral de Potrerillo desde fines de 1899; i hasta el 31 de mayo de 1903 habia esplotado 14.564.090 kilogramos de metal con lei media de 14.94% con un valor de 95,464,49 i obtuvo término medio \$ 6.56 por los 100 kilogramos.



Estos datos fueron recopilados por el que suscribe teniendo en vista las planillas de venta, advirtiendo que manifiestamente faltaban una gran cantidad, cuyos totales no pude obtener.


Un cálculo prudente lleva a la conclusion que el señor Zamorano i socios han explotado por valor de cerca de \$ 120,000, en el curso de las fechas anotadas.

El mineral de Potrerillo es uno de los mas interesantes del departamento de Chañaral i ofrece una poderosa base para cualquier establecimiento metalúrgico por la via húmeda que ese asiento minero reclama imperiosamente.

ENRIQUE KAEMPFER.

Santiago, setiembre de 1903.

---



## La industria del fierro en Chile

---

A fines del año pasado [fué enviado a nuestro pais el señor Delaunay, por la casa del Creusot, de Francia, con el objeto de hacer estudios sobre el terreno mismo, referentes a la conveniencia que habria para esa firma, de establecer en Chile hornos de fundicion para los minerales de fierro.

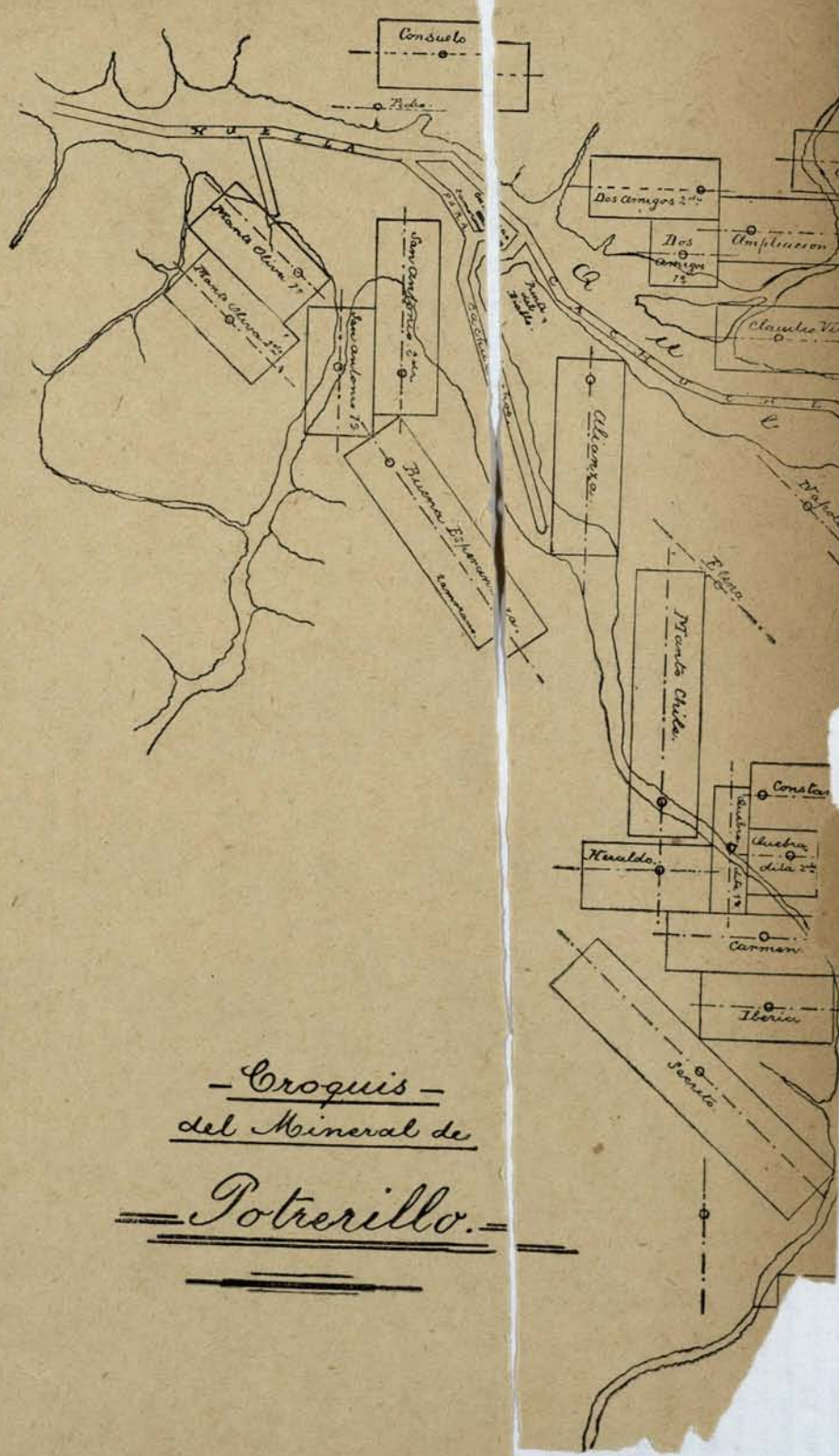
Visitó el señor Delaunay la rejion austral de nuestro pais para cerciorarse de la abundancia i buena calidad de las maderas que han de producir el carbon necesario para la industria del fierro, i los yacimientos mas importantes de minerales de fierro i manganeso de la rejion del norte i del centro.

Llevó, para los efectos de su estudio, numerosas muestras i todos los datos que pudo recojer, i como resultado de su informe presentado a la casa Creusot, ésta ha resuelto instalar la siderurjía en nuestro pais.

Así lo ha comunicado el señor Delaunay por telégrafo a nuestro Gobierno, i así lo confirma tambien el siguiente párrafo que traducimos de *Le Moniteur des Capitalistes et des rentérs*, publicado en Paris a fines del año próximo pasado, que, refiriéndose a la casa citada, dice que en el último año ha tenido una ganancia de 5.861,047.37 francos dando un dividendo de 70 francos por accion; que dadas las reducciones hechas en los presupuestos de Francia, la casa que trabajaba en gran parte para la Guerra i Marina de su pais, teme una reduccion en las órdenes i trata de ocuparse en el exterior; que al efecto ha tomado a su cargo, en la parte metálica i mecánica, la construccion del puerto del Rosario. I concluye el suelto referido con el párrafo siguiente:

«Se da a entender igualmente que la sociedad se propone construir en Chile altos hornos con el objeto de explotar los minerales de fierro que se encuentran en abundancia en la parte norte del pais».

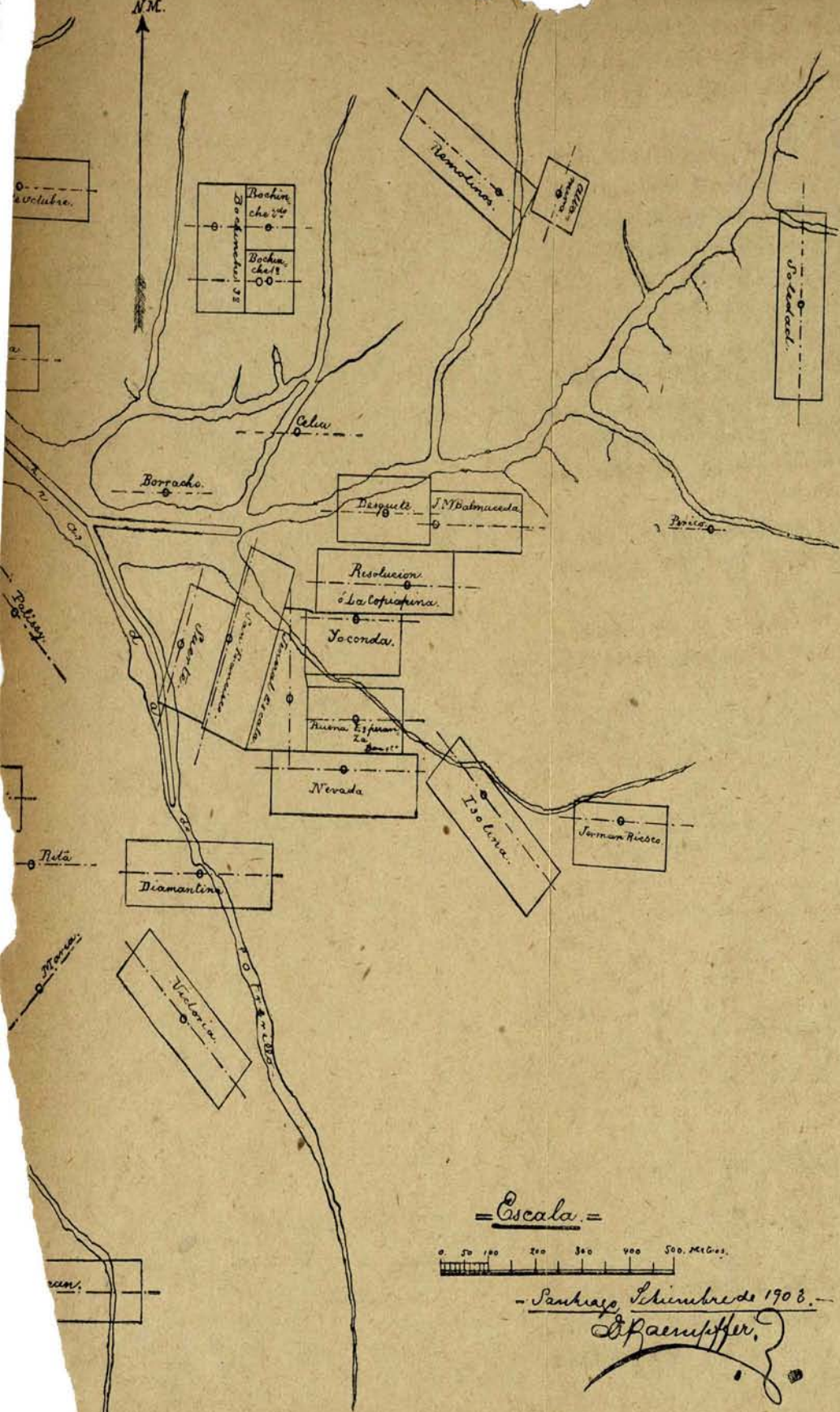




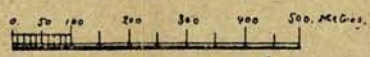
- Croquis -  
 del Mineral de  
Potreriillo.



N.M.



= Escala =



- Sancti Spiritus Schimbreda 1903. -

*B. Baempffer*



Vemos, pues, que por fin, i especialmente tomando en cuenta el empeño especial que en ello ha puesto actualmente nuestro Gobierno, tendremos casi con toda seguridad, dentro de un corto tiempo, instalada en Chile la metalurjía del hierro.

No se conocen todavía los detalles de las instalaciones que hará el Creusot, ni las garantías i facilidades que por su parte proporcionará nuestro Gobierno; se sabe únicamente que Chile garantizará un cierto interes sobre el capital invertido i pondrá a disposicion de la compañía algunos terrenos australes cubiertos de bosques.

Parece, sin embargo, casi seguro que la instalacion de los hornos de fundición se establecerán en la rejion de Valdivia, quizas en el puerto de Corral; que se empleará como combustible el carbon vegetal obtenido de los bosques i que se beneficiarán los minerales del norte que serán trasportados hasta allá.

Parece que, por ahora al ménos, la Compañía no adquirirá minas propias, sino que comprará los minerales a los actuales poseedores.

Son muchos los puntos que merecen especial consideracion bajo el punto de vista de la importancia que tiene para Chile la instalacion de esta industria en su suelo; pero no pueden hacerse valer por ahora miéntras no se disponga de datos completos sobre el alcance i magnitud que se dará a las instalaciones.

Por de pronto solamente se desprende que, si han de comprar los minerales, esto vendrá a producir un movimiento de bastante importancia en los puntos productores.

Qué precios irán a pagarse por los diversos minerales es imposible de determinar; pero seguramente mucha diferencia con los pagados en Europa no podrá haber i por ese motivo parece de cierto interes para nuestros mineros el conocer los precios reinantes en España, donde se venden para la esportacion a diversos paises de Europa, i aun para Estados Unidos. Se toma como ejemplo España, porque allí se vende, como se ha dicho, para ser trasportado, condicion análoga a la que existirá aquí. Ciertamente que en nuestro pais esos precios no serán quizás lo mismo, porque allá hai pocos productores relativamente i muchos compradores, miéntras que aquí sucederá todo lo contrario.

Los precios en Cartajena, libre a bordo son los siguientes:

#### MINERALES DE FIERRO

Mineral ordinario de 50 .....	6/9 a 7	chelines por tonelada		
Mineral especial (de mui poco fósforo) de 50% .....	7/3	7/9	»	»
Mineral especial (special ore) .....		8/9	»	»
Mineral especular (objisto) 58% .....		9/3	»	»
Mineral magnético de 60 % en trozos .....		11/6	»	»
Mineral » » en finos .....		9/6	»	»

#### MINERALES MANGANESÍFEROS

Con 20 % de fierro i 20 % de manganeso.....	14 a 16	chelines por tonelada		
Con 12 % de manganeso i 35 % de fierro.....	9/6	»	»	»



Reducidos a moneda de 18 peniques estos precios serian los siguientes:

MINERALES DE FIERRO

Mineral ordinario de 50% .....	\$ 4.50 a \$ 4.67	por tonelada
Mineral especial (de mui poco fósforo) de 50%.....	4.83	» »
Mineral especial (special ore) .....	5.88	» »
Mineral especular (objisto) 58% .....	6.17	» »
Mineral magnético de 60% en trozos.....	7.66	» »
Mineral » » en finos.....	6.33	» »

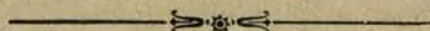
MINERALES DE MANGANESO

Con 20% de manganeso i 20% de fierro .....	\$ 9.33 a \$ 10.66	por tonelada
Con 12% de » i 35% de » .....	6.33	» »

Los anteriores son precios de cotizacion en una época en que el mercado estaba mui flojo por falta de compradores, es decir, precios bajos.

ANVIL.

Santiago, enero de 1904.



## El Radium, por el Profesor D'Arsonwal (1)

(Miembro del Institutq)

En 1895 el profesor Roentgen descubrió los rayos X, que permitieron al hombre ver al traves de los cuerpos opacos i analizar, en el interior de un cuerpo en plena vida, el funcionamiento misterioso de los órganos.

Una vez mas, la ciencia espermental habia convertido en realidad tanjible los sueños mas fantásticos.

Algunos meses mas tarde el descubrimiento de los rayos Roentgen provocaban otro aun mas maravilloso. El señor Henri Becqueril, del Instituto, anunciaba al mundo de los sabios que el uranio emitia una radiacion invisible dotada de las mismas propiedades que los rayos X, pero con la diferencia de que en lugar de sacar, como los rayos X, su enerjía de una fuente exterior, el uranio emitia una radiacion inagotable que no la obtiene de ninguna fuente visible.

Como todo en la ciencia se encadena, tres años mas tarde, el matrimonio Curie descubrió i aisló un nuevo cuerpo, el radium, obtenido de los residuos de donde se estrae el uranio i que reproducia los mismos fenómenos, i aun otros, con una intensidad de dos millones de veces mayor!

Cuerpo extraño, pero infinitamente escaso, pues para extraer un solo gramo

(1) Traducido para el BOLETIN de la Sociedad, de *Le Matin* del 15 de diciembre de 1903.



de radium se necesita tratar mas de diez mil kilogramos de mineral. Así en la hora presente un gramo de radio vale cerca de 150,000 francos.

\*  
\* \*

El radium se obtiene bajo la forma de sales, cloruro o bromuro. Las sales de radium son espontáneamente luminosas; impresionan las planchas fotográficas al traves de cuerpos de cualquiera especie que sean. No se conoce cuerpos del todo opacos a los rayos del radium; solamente que la impresion sobre la plancha sensible es mas o ménos rápida segun el medio atravesado.

A cualquiera temperatura la radiacion del radium es igual. No varia entre la temperatura de ebullicion del hidrójeno, 252 grados *bajo* cero, i la ebullicion del agua, 100 grados *sobre* cero.

Otra propiedad singular: los rayos del radium hacen convertirse en buenos conductores a todos los cuerpos reputados como aisladores de la electricidad, como ser aire gaseoso, aire líquido, petróleo, bencina, sulfuro de carbono, etc.

En una sala donde se haya manipulado durante cierto tiempo con sales de radium, se hace imposible la aislacion eléctrica de un aparato.

Como los rayos X, los rayos del radium no se pueden reflejar ni refractar. Atraviesan en línea recta los espejos i prismas. Son, sin embargo, descompuestos por el iman que los separa en tres haces distintos desigualmente desviados, cargados de electricidad positiva o negativa.

Los rayos negativos son comparables a verdaderos proyectiles, dotados de una velocidad comparable a la de la luz.—300,000 kilómetros por segundo—i cuya masa es *mil veces mas pequeña* que la masa del átomo mas pequeño que se conoce: el átomo del hidrójeno.

\*  
\* \*

El radium es una fuente perpetua, infinita, i reputada hasta nueva órden como espontánea, de electricidad. Un tubo de vidrio sellado que contenga una sal de radium, se carga de electricidad como una botella de Leyden. Que se trace sobre ese vidrio una raya por medio de una lima, la cubierta es taladrada i salta una chispa: el operador recibe un choque.

El radium es tambien una fuente perpetua e infinita de calor.

Este cuerpo que parece estar en contradiccion con las leyes de la naturaleza conocidas hasta ahora, realiza el *movimiento perpetuo*, cuya sola concepcion parecia absurda a los sabios i a los filósofos.

Colóquese un termómetro aislado al lado de un tubo de radium, ese termómetro acusará una temperatura superior en 3 a 4 grados sobre el medio ambiente.

Otro fenómeno, aun mas extraordinario: una sal de radium en solucion comunica momentáneamente sus propiedades a todos los cuerpos encerrados junto con ella en un vaso. Esto es lo que M. Curie llama la *radio-actividad reducida*.



Parece, pues, que el radium emite una emanacion material que se fija sobre los cuerpos sólidos i se difunde en los gases a manera de un vapor infinitamente sutil. Pero esta emanacion, al revés de los rayos del radium, no atraviesa los cuerpos. Se queda confinada al frasco que la contiene; la menor pared continua la detiene. Solamente puede ser trasvasijada por medio de un tubo, aunque sea capilar.

Destilando esta emanacion se la concentra en un espacio mui pequeño siempre que se enfrie enérgicamente este espacio, como, por ejemplo, colocándolo en aire líquido.

La emanacion del radium, tan luego como la separa de la sal de donde ha salido, se disipa espontáneamente aun en un tubo herméticamente sellado. Disípase así hasta la mitad en el espacio de cuatro dias.

Todo, en suma, es admisible i misterioso en este cuerpo. He guardado para el fin su accion mas sugestiva, la que ejerce sobre los cuerpos vivos.

Una sal de radium encerrada en una caja opaca, provoca, cuando se acerca el ojo cerrado, una viva sensacion de luz. Entónces todos los medios del ojo se hacen instantáneamente fosforescentes. Es el ojo mismo el que ilumina la retina.

La piel en contacto con una ampolleta no sufre ninguna sensacion; pero si el contacto se prolonga por algunos dias los tejidos se desorganizan. Se forma una escora o una llaga que no cura sino despues de meses de tratamiento. Se trata de utilizar esta propiedad en el tratamiento del *lupus* i del cáncer.

Proyectados sobre los centros nerviosos los rayos del radium provocan la parálisis i la muerte.

En este momento, en colaboracion con el doctor señor Bordas, estudio la accion fisiológica de la *emanacion* del radium concentrada al máximo por el enfriamiento con aire líquido. Inyecto en la sangre de animales gases i líquidos saturados de esta emanacion concentrada. Son estudios difíciles llamados quizas a tener inmensos resultados.

\*  
\* \*  
\*

He dicho bastante para mostrar que el descubrimiento de este cuerpo abre un campo admirable a nuestras investigaciones, a nuestras esperanzas.

Las propiedades del radio dislocan nuestras ideas sobre las fuerzas i sobre la materia.

El rádium desprende constantemente luz, calor, electricidad i una materia sutil, imponderable que puede trasvasijarse i condensarse. Disipa continuamente una cantidad de enerjía considerable, conservando su mismo estado i su mismo peso.

¿Es esto efecto de una trasformacion atómica continua? ¿Es la trasformacion sensible de una radiacion del espacio aun inaccesible a nuestros sentidos?

En fin, ¿cuál es la medida de esta enerjía? Hemos dicho que la velocidad de las partículas emitidas por los rayos cargados de electricidad negativa igualaba a la velocidad de la luz, 300,000 kilómetros por segundo. Reduzcámoslas hipo-



téticamente a un tercio. Esta enerjía para un solo gramo de radium representa *varios millares de caballos de vapor*.

Bajo la forma de calor, el radium desarrolla un número de calorías suficiente para elevar su propio peso a 34 kilómetros de altura en el espacio de una hora. Agréguese a la enerjía calórica, la eléctrica i la que corresponde a otras radiaciones i véase qué potencia tan indefinida!

El radium constituye el enigma más oscuro de este siglo, ya tan fecundo en enigmas.

---

## Cómo se aisla el radium

(Traducido de *Le Matin*)

---

### DESCRIPCION HECHA POR M. CURIE

La jénesis de un descubrimiento.— Tratamiento del mineral de Uranio.— Las dos grandes series de operaciones.— El laboratorio i la usina.— Trece toneladas para tres gramos.— Manipulaciones i trasformaciones.— Labor jigantesca.

#### LA DIVISION DEL TRABAJO

El radium se estrae actualmente de un mineral de urano llamado *pech blenda* que proviene de la mina de Joachimsthal (Bohemia). El urano es estraido allá mismo. La sustancia radio-activa se encuentra en los residuos de esa fabricacion.

Se necesita dos series de operaciones para aislar el radio que éstos residuos contienen:

- 1.º El tratamiento grueso
- 2.º Los fraccionamientos.

Para el primero ha debido recurrirse a la industria privada: ningun laboratorio puramente científico presenta la superficie necesaria para la instalacion del material ni para el manejo de los productos. Piénsese que para trabajar *una* tonelada de residuos se necesita emplear *cinco* toneladas de productos químicos i *cinquenta* toneladas de agua de lavado.

Como hasta ahora se han tratado *trece* toneladas de residuos, resulta que ha debido tratarse próximamente *setecientos treinta mil* kilogramos de materias diversas para obtener los *tres o cuatro gramos* de radium puro cuya existencia se conoce.

#### CÓMO SE AISLA

Es fácil, despues de ver estas cifras, comprender que uno de nuestros pequeños laboratorios no puede servir de teatro al manipuleo de tales masas.

Agreguemos a eso que una parte de las operaciones tiene que hacerse en



«cápsulas» que son en realidad verdaderos semi-barriles de madera de encina. Hai de ellas ordinariamente unas 15 en funcion.

Es la Sociedad central de productos químicos la que, en sus oficinas de Jovel primero i despues en Ivry, se ha encargado del tratamiento grueso. Esta Sociedad lo continúa hoi dia.

Mme. Curie indica en el curso de su primera tésis, que esta Sociedad ha tenido que efectuar ese trabajo a precio de costo sin sacar beneficio ninguno....

#### EL TRATAMIENTO GRUESO

Los residuos de urano se trataron al principio de la manera siguiente:

Siendo conocido que el radium se encontraba al estado de sulfato insoluble, se comenzaba por eliminar por medio de lavados con gran cantidad de agua, los sulfatos de plomo i de cal mezclados de él, como asimismo la sílice, el óxido de fierro, el cobre, el zinc, el cobalto, el bismuto, el arsénico, etc.

La parte insoluble era sometida a la accion del carbonato de soda. Los sulfatos de radium i de bario eran trasformados en carbonatos, en seguida atacados por el ácido clorhídrico puro, filtrados i precipitados por ácido sulfúrico dando sulfatos de bario con radium, acompañado de cal, fierro, plomo que era necesario purificar.

De ahí nacia toda una serie de manipulaciones i de nuevas trasformaciones que daban por resultado la sustancia al estado de cloruros. Estas últimas evaporadas a sequedad i lavados con ácido clorhídrico puro daban, por tonelada de residuos, algunos kilogramos de cloruro de bario i de radium insolubles, que se fraccionaba mecánicamente hasta tener 250 gramos de un cloruro mil veces mas activo que el uranio metálico.

#### EL FRACCIONAMIENTO

Aquí concluia la operacion llamada del tratamiento grueso *que habia durado de dos a tres meses.*

I ahora comenzaba el trabajo de laboratorio, que consiste en estraer del cloruro de bario radífero el cloruro de radium puro. Se llegaba a ello sometiendo la mezcla a una cristalización fraccionada, primero en agua pura, despues en ácido clorhídrico puro. Se utilizaba así la diferencia de solubilidad de ambos cloruros, de los cuales el de radium es ménos soluble.

Este sistema ha sido modificado despues de las primeras esperiencias: la duracion del tratamiento grueso no es sinó de un mes i son ahora bromuros—no cloruros—de bario i radium los que se fraccionan hasta la eliminacion completa del primero de ambos compuestos.

He ahí todo lo que se puede indicar de una manera clara sobre las faces complicadas de la preparacion del radium. Séanos permitido al final, de rendir homenaje a la sabiduria i al denuedo de los directores injenieros de la industria francesa que se han mostrado capaces de llevar a cabo, de la manera mas desinteresada, una labor tan jigantesca.



## Notas sobre Fundicion Pirítica

Por E. C. REYBOLD, Jr.

(Traducido del *Mineral Industry*, vol. XI, pájs. 685 a 692)

La fundicion de Carpenter en Golden, Colo., fué determinada para tratar minerales piritosos i cuarzosos a la vez, de Gilfin County, cuyo análisis en término medio es como sigue:

SiO <sub>2</sub> .....	35.12 %	CuO.....	0.08 %
S.....	25.25 »	Cu.....	0.50 »
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	20 »		

oro, de \$ 10 a \$ 16 la tonelada, i plata de dos o tres onzas. Los minerales están léjos de ser por sí mismos fundentes, i requieren la adición de piedra de cal o pirita, o ambas cosas, lo que implica una gran cantidad de materia estéril que agregar al horno; mas todavía siendo la carga difícil para fundirla, requiere mucho coke, que calculado con relacion al por ciento del mineral sale verdaderamente mui alta. En los primeros tiempos el horno fué trabajado con corriente de aire frio, pero despues se le agregó una estufa para calentar el aire, que reducía el consumo de coke a la mitad i efectuaba un ahorro de cerca de \$ 1 por tonelada de mineral fundido. Se requería una cantidad menor de piedra de cal, las escorias resultaban mas calientes i mas delgadas, habia una disminucion en la pérdida de metales en la escoria.

La carga por último consistía de

Mineral.....	1,000 lbs.
Pirita.....	150 »
Cal.....	800 »

que daba una escoria de la siguiente composición:

SiO <sub>2</sub> .....	de 38 a 43 %
CaO i MgO.....	de 25 a 33 »
FeO.....	de 12 a 18 »
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	de 8 a 12 »
Zn.....	de 1 a 2 »
Cu.....	indicios a 0.1 »

Plata desde 0.3 a 0.4 onza, i oro desde indicios a 0.04 onza por tonelada. La composición del eje producido era de

SiO <sub>2</sub> .....	de 0.5 a 0.7 %
Fe.....	de 60 a 65 »
S.....	de 25 a 28 »
Cu.....	de 1 a 10 »
Zn.....	de 0.2 a 0.6 »
Plata.....	de 20 a 80 onzas por tn.
Oro.....	de 3 a 10 » »



La materia de las reacciones termales de los hornos de soplete ha sido mas o ménos prolijamente investigada, pero las discrepancias mas latas existen entre las conclusiones recordadas, i prácticamente de mui pocos datos que merezcan confianza podemos valernos. Por ejemplo, al discutir el valor de combustible de la pirita de fierro ( $\text{Fe S}_2$ ), un autor prueba para su propia satisfaccion que la fundicion pirítica (fundiendo sin el auxilio de combustible carbonáseo) es imposible sin el uso de la corriente de aire calentado, miéntras que otros haciendo uso de idénticas unidades del calor de formacion del  $\text{FeO}$  i  $\text{SO}_2$ , prueba, justamente como conclusivo, que una carga que contenga solo 46.6% de  $\text{Fe S}_2$ , incluyendo la cantidad necesaria para formar eje, jenerará bastante calor para fundir la carga sin coke. En el primer caso, el autor erraba en la comparacion del calor de formacion de  $\text{FeO}$  i  $\text{SO}^2$ , con la de  $\text{CO}_2$ , suponiendo que el coke fuese puro carbono, i fuese quemado completamente a  $\text{CO}_2$ , con la corriente, desarrollando 14,500 U. T. B. (1) por libra de coke. El mejor coke tiene a lo ménos 5% de ceniza, el término medio siendo como 15%, miéntras que el que se produce en Colorado frecuentemente contiene 25%; ademas en la práctica de hornos es mas bien la escepcion que la regla, que el carbono se oxide completamente en  $\text{CO}_2$ . Por supuesto, que se forma al principio,  $\text{CO}_2$ , pero con contacto en el coke incandescente, se reduce a  $\text{CO}$ , de conformidad con las reacciones  $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ .

Crookes & Röhrig establecen que: «En la práctica estamos mui cerca de la verdad al decir que el calor del coke (con corriente de aire frio) es la que se obtiene haciendo  $\text{CO}$ ; porque aunque en el instante de su admision, se forma  $\text{CO}_2$ , que se convierte casi por completo rápidamente en  $\text{CO}$  por el coke incandescente. Pero con la estufa de calentar el aire el C es convertido permanentemente en  $\text{CO}_2$ . Al quemar C a  $\text{CO}_2$  dá 13,860 U. T. B., o sea 3.55 veces mas que al quemar C a  $\text{CO}$ , que da solo 3,996 U. T. B. Sucede a menudo que un tercio del carbono aprovechable en el coke experimenta completa oxidacion en el horno de manga a dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), los dos tercios restantes forman  $\text{CO}$ . Esto daría para una libra de puro carbono 7,822 U. T. B., a saber:  $\frac{1}{3}$  de 14,464 (4,882) +  $\frac{2}{3}$  de 4,410 (2,940), un total de 7,822 U. T. B. (calor de formacion del  $\text{CO}$  i  $\text{CO}_2$  dado por Reyhler; véase mas abajo).

Los autores primeramente mencionados arriba han errado tambien al omitir la pérdida de calor necesario para espeler el  $\text{CO}_2$  de la cal ( $\text{C}$  a  $\text{CO}_3$ ), i el agua de la carga, tambien la requerida para formar escoria i eje, i las cantidades perdidas por irradiacion i en los gases que se escapan. En el hecho, una parte de su trabajo es correcto salvo la conclusion, que ha sido deducida de factores en que los errores afortunadamente se balanceaban unos a otros.

*Calor de formacion.* De la traduccion de Mc. Crae de Reyhler (Universidad de Bruselas) se han obtenido los siguientes valores para el calor de formacion, que concuerdan con los del *Annuaire du Bureau des Longitudes*, que tambien son citados.

(1) U. T. B. Unidad térmica británica.



REACCION	Traduccion de McCrae, Universidad de Bruselas		Anuario del Bureau de lonjitudes
	Unidad Termal Británica	Caloría kilógramo	Caloría kilógramo
C a CO .....	4,410	29.40	29.00
C a CO <sub>2</sub> .....	14,646	97.65	97.00
S a SO <sub>2</sub> .....	3,897	69.30	71.00
Fe a FeO .....	2,111	65.70	66.40

En los siguientes cálculos se emplean los resultados de Reyhler. Los pesos de materiales quemados son pesos de gramo-molécula, en que el número de gramos tomados es igual al peso atómico del elemento. Por ejemplo, en el cálculo de la combustion de C a CO, el número de gramos tomados es 12, que corresponde al peso atómico de C. El calor total producido fué de 29.4 calorías, que corresponde a 2.45 calorías por 1 gramo de C; o sea 2,450 calorías para 1 kilógramo de C; o  $2,450 \times \frac{2}{3} = 4,410$  U. T. B. para una libra de C. Basadas en estas cifras, el calor de formacion del FeO i SO<sub>2</sub>, al quemar la pirita (FeS<sub>2</sub>), puede espresarse como sigue:

Peso atómico del.....	Fe = 56
Peso atómico del.....	S = 32
Peso atómico del.....	S = 32
Peso molecular de.....	FeS <sub>2</sub> = 120

El primer átomo de S se pone en libertad a una temperatura comparativamente baja en la parte de mas arriba del horno i su valor productor de calor puede ser depreciado en el cálculo, así es que en la combustion de 120 partes de FeS<sub>2</sub>, 56 partes de Fe i 32 partes aprovechables de S entran en la ecuacion; cuyas partes al por ciento equivalen a 46.67% de Fe, i 26.67% de S aprovechable. Con estos antecedentes, el calor producido por la combustion de una libra de FeS<sub>2</sub> a FeO i SO<sub>2</sub>, será:

$$\begin{array}{r}
 46.7\% \text{ de } 2,111 = 986 \text{ U. T. B.} \\
 26.7\% \text{ de } 3,897 = 1,040 \\
 \hline
 2,026 \text{ U. T. B.}
 \end{array}$$

2,026 U. T. B. corresponde a 46% del valor del C quemado a CO, o 26% del valor de C quemado  $\frac{1}{3}$  a CO<sub>2</sub> i  $\frac{2}{3}$  a CO.

*Calor específico.* El calor específico, calor atómico i calor molecular de los varios elementos en los materiales cargados al horno, i los productos resultantes del horno que son necesarios para el cálculo del balance de calor de un horno, se dan en la tabla siguiente:



Elemento	Peso atómico	Calor específico	Calor atómico	Elemento	Peso atómico	Calor específico	Calor atómico
Cu	64	0.0951	6.0400	Na	23	0.2934	6.7480
C	12	0.2411	2.8932	S	32	0.1776	5.6832
O	16	0.2175	3.4800	N	14	0.2438	3.4132
H	1	3.4050	3.4050	Mg	24	0.2499	5.9976
Al	27,5	0.2143	5.8932	Si	28	0.1357	3.8000
Fe	56	0.1138	6.3728	CO	...	0.2425	...
Ca	40	0.1625	6.5000	CO <sub>2</sub>	...	0.2169	...
K	39	0.1666	6.5000	SO <sub>2</sub>	...	0.1544	...

El calor molecular de un compuesto sólido es igual a la suma de los calores atómicos de los elementos contenidos, i, al dividir el calor molecular por el peso molecular, se obtiene el calor específico de los compuestos. Bajo esta base, se ha preparado la tabla siguiente de los calores específicos de las sustancias que entran en las reacciones del horno.

CALORES ESPECÍFICOS DE COMPUESTOS QUÍMICOS

Compuesto	Calor específico	Compuesto	Calor específico
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.2158	MgCO <sub>3</sub>	0.2300
SiO <sub>2</sub>	0.1793	MgO	0.2370
FeO	0.1368	FeS <sub>2</sub>	0.1478
CaO	0.1782	CuS <sub>2</sub>	0.1360
CaCO <sub>3</sub>	0.1983	...	...

Los calores específicos de los materiales cargados al horno i de los productos de horno resultantes son obtenidos calculando propias proporciones de los calores moleculares de los compuestos que entran en la composición de cada cual:

SUSTANCIA	COMPOSICION	Calor específico de las partes componentes	Calor específico de la sustancia
Mineral .....	{ FeS <sub>2</sub> .....	0.45 × 0.1478 =	0.066510
	{ SiO <sub>2</sub> .....	0.35 × 0.1793 =	0.062755
	{ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.20 × 0.2158 =	0.043160
		1.00	0.172425
Pirita .....	{ FeS <sub>2</sub> .....	0.90 × 0.1478 =	0.133020
	{ SiO <sub>2</sub> .....	0.10 × 0.1793 =	0.017930
		1.00	0.150950
Coke .....	{ C.....	0.75 × 0.2411 =	0.180825
	{ SiO <sub>2</sub> .....	0.18 × 0.1793 =	0.032274
	{ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.07 × 0.2158 =	0.015106
		1.00	0.228205



Piedra caliza .....	{	CaCO <sub>3</sub> .....	0.71 × 0.1983 =	0.140793
		MgCO <sub>3</sub> .....	0.24 × 0.2300 =	0.056200
		SiO <sub>2</sub> .....	0.05 × 0.1793 =	0.008965
			<hr/>	<hr/>
		1.00		0.204958
Eje .....	{	FeS <sub>2</sub> .....	0.88 × 0.1478 =	0.130054
		CuS <sub>2</sub> .....	0.11 × 0.1360 =	0.014960
		SiO <sub>2</sub> .....	0.01 × 0.1793 =	0.001793
			<hr/>	<hr/>
		1.00		0.146817
Escoria .....	{	SiO <sub>2</sub> .....	0.45 × 0.1793 =	0.080685
		FeO .....	0.16 × 0.1368 =	0.021888
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.10 × 0.2158 =	0.021580
		CaO .....	0.24 × 0.1782 =	0.042768
		MgO .....	0.05 × 0.2370 =	0.011850
			<hr/>	<hr/>
		1.00		0.178771
Hollines .....	{	SiO <sub>2</sub> .....	0.46 × 0.1793 =	0.082478
		FeO .....	0.30 × 0.1368 =	0.041040
		CaO .....	0.08 × 0.1782 =	0.014256
		MgO .....	0.02 × 0.2370 =	0.004740
		S .....	0.07 × 0.1776 =	0.012432
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0.07 × 0.2158 =	0.015106
	<hr/>	<hr/>		
		1.00		0.170052

Las unidades de calor producidas i consumidas por un horno que, empleando corriente de aire calentado durante su funcionamiento en julio 5 de 1902, está calculada por los factores siguientes:

CARGA	CANTIDAD	PRODUCTO	CANTIDAD
Mineral.....	141.00 tns.		
Pirita.....	15.00 »	Escoria	202.50 tns.
Piedra de cal.....	94.00 »	Eje	16.10 »
Coke.....	28.00 »	Hollines	25.00 »
Carbon para calentar la estufa	8.20 »		
Temperatura del aire.....	70° F		
Temperatura de la corriente..	770° F		
Cantidad de aire por minuto.	6778 piés cúbicos		

Con relacion a los piés cúbicos de aire soplado al horno por minuto, no se obtuvieron cantidades definidas. El ventilador usado, se suponía que daba 12,500 piés cúbicos por minuto, pero se reconoció que se apartaba de esta cantidad considerablemente cuando se aumentaba la presión (la presión en Golden era de 2.5 a 3 libras por pulgada cuadrada). No parecía de la cantidad de coke consumido en el horno, o de la cantidad de carbon usado en la estufa que esta gran cantidad de aire pasaba al horno, o pudiese ser calentado a tal grado por la pequeña cantidad de carbon consumido en la estufa, i se dieron pasos para descubrir la exacta cantidad de aire que pudiese ser calentado a la temperatura de 700° F sobre la de la atmósfera, con 8.20 toneladas de carbon por 24 horas.



El carbon usado era lignita obtenida de Trinidad, Colo., el calor teórico de combustion del cual es 10,438 U.T.B. Los datos requeridos para el cálculo son como sigue:

Valor teórico del carbon .....	10,438 U. T. B.
Temperatura de los gases que se escapan.....	500° F
Aire requerido por libra de carbon.....	15 lb.
Productos de combustion por libra de carbon.....	20 lb.
Calor especifico del aire.....	0.2377
Calor especifico de los productos de combustion.....	0.2200
Temperatura de la atmósfera.....	70° F
Temperatura de la corriente.....	770° F
Carbon usado por minuto.....	11.3 lb.
Piés cúbicos de aire por libra de aire en Denver.....	16.0

Al nivel del mar, bajo presion barométrica normal (30 pulgadas de mercurio siendo igual a 14.7303 libras por pulgada cuadrada) hai 13.14 piés cúbicos por una libra de aire, miéntras que a la altura de Denver, Colo., la presión barométrica correspondiente (24.6 pulgadas de mercurio, siendo igual a 12,079 libras por pulgada cuadrada) hai 16 piés cúbicos por 1 libra de aire, a saber:

$$13.14 \times \frac{30}{24.6} = 16$$

Valor teórico total del carbon.....	10,438 U.T.B.
Pérdidas:	
Gases que se escapan 20 lbs. × 0.22 × 500 = 2,200	
Por cenizas e irradiacion..... = 2,000	
<b>Total.....</b>	<b>4,200 U. T. B.</b>
<b>Valor práctico de calentar del carbon por libra.....</b>	<b>6,238 U.T.B.</b>

$$6,238 \div 0.2377 = 26,243 \text{ lbs. de aire calentado a } 1^\circ \text{ F.}$$

$$26,243 \div 700 = 37.49 \text{ lbs. de aire calentado a } 700^\circ \text{ F.}$$

$$37.49 \times 16 = 599.84 \text{ piés cúbicos de aire calentado a } 700^\circ \text{ F.}$$

$$599.84 \times 11.30 = 6,778 \text{ piés cúbicos de aire calentado a } 700^\circ \text{ F por minuto}$$

Los siguientes datos de la produccion i observacion del calor están basados en el trabajo, de un minuto, en el horno.

Hai tres productores de calor en el horno, i nueve items en que es consumido, llevado afuera o perdido.

Produccion:..... ..	{	1.º Oxidacion de la pirita.
		2.º Oxidacion del coke.
		3.º Calor en la corriente.
Consumo.....	{	1—Espulsion del CO <sub>2</sub> de la piedra caliza.
		2—Espulsion del agua de los materiales de la carga.
		3—Llevado por el agua de las chaquetas.
		4—Llevado por las escorias.
		5—Llevado por el eje.
		6—Llevado por los hollines.
		7—Arrastrado por los gases que se escapan.
		8—Absorbido por la descomposicion del agua en la corriente.
		9—Irradiacion.



## PRODUCCION DE CALOR

	Cantidad cargada en 24 horas.....	282,000 lbs.
	Escapado en hollines.....	28,200 »
		<hr/>
1.º Oxidacion de la pirita (Fe S <sub>2</sub> ) (a) Mineral...	Humedad.....	253,800 lbs. 12,690 »
	Cantidad neta fundida.....	241,110 lbs.
	Cantidad fundida por minuto.....	167 lbs. Fe S <sub>2</sub>
	Contenido de la pirita $167 \times 45\% =$	75.15 lbs.
		<hr/>
	Cantidad cargada en 24 horas.....	30,000 lbs.
	Escapado en hollines.....	3,000 »
		<hr/>
	Humedad.....	27,000 lbs. 1,350 »
	Cantidad neta fundida.....	25,650 lbs.
(b) Pirita .....	Cantidad fundida por minuto.....	18 »
	Contenido de la pirita, $18 \times 90\%$ ....	16.20 lbs.
	Total de Fe S <sub>2</sub> por minuto.....	91.35 lbs.
	A deducir la cantidad para el eje re- sultante $22 \times 88\%$ .....	19.35 »
	Fe S <sub>2</sub> quemada por minuto.....	72.00
	$72 \times 2,026$ .....	145,872 U. T. B.
		<hr/>
	Cantidad cargada en 24 horas.....	56,000 lbs.
	Humedad (2%).....	1,120 »
		<hr/>
	Ceniza i hollines (25%).....	54,880 lbs. 13,720 »
2.º Oxidacion del coke.....	Cantidad neta de carbono puro que- mado.....	41,160 lbs.
	Cantidad quemada por minuto.....	29 lbs.
	C. quemado a CO, $20 \times 4,410 =$ ...	88,200 U. T. B.
	C quemado a CO <sub>2</sub> $9 \times 14,646 =$ ...	131,814 U. T. B.
		<hr/>
		220,014 U. T. B.
		<hr/>
	Piés cúbicos de aire por minuto.....	6,778
	Peso de aire por minuto $6,778 \div 16..$	424 lbs.
	Temperatura de la corriente sobre la del aire.....	700° F.
3.º Calor en de la corriente...	Calor específico del aire.....	0.2377
	$424 \times 0.2377 \times 700 =$ .....	70,546 U. T. B.
		<hr/>
	Cantidad total de calor producido en el horno.....	436,432 U. T. B.



CONSUMO DE CALOR

	{	Cantidad cargada en 24 horas.....	188,000 lbs.
		Escapado en hollines .....	18,800 »
			<hr/>
1.º Espulsion del CO <sub>2</sub> de la piedra caliza.....	{	Humedad (2%).....	169,200 lbs. 3,384 »
			<hr/>
	{	Cantidad neta de pura caliza.....	157,525 lbs.
		Cantidad consumida por minuto.....	109 »
	{	109 × 666.....	72,594 U. T. B.
			<hr/>
	{	Agua en el mineral.....	12,690 lbs.
		Agua en la pirita.....	1,350 »
		Agua en la cal.....	3,384 »
		Agua en el coke.....	1,120 »
			<hr/>
2.º Espulsion del agua de los materiales de la carga..	{	Cantidad cargada en 24 horas.....	18,544 lbs.
		Cantidad por minuto.....	13 »
		El agua hierve a la altura de Denver a	202° F
			<hr/>
		Para hervir, a 70° F requiere.....	132 U. T. B.
		Calor latente de vaporizacion.....	966 U. T. B.
			<hr/>
	{	13 × 1,098.....	1,098 U. T. B. 14,274 U. T. B.
			<hr/>
3.º Llevado por el agua de las chaquetas.....	{	Cantidad usada por minuto, 250 ga- lones, o sean.....	2,084 lbs.
		Temperatura a la entrada.....	70° F
		Temperatura a la salida.....	120° F
		Aumento de temperatura.....	50° F
	{	2,084 × 50 = .....	104,200 U. T. B.
			<hr/>
4.º Llevado por las escorias..	{	Cantidad producida en 24 horas.....	405,000 lbs.
		Cantidad por minuto.....	281 »
		Temperatura de la escoria.....	2,170° F
		Temperatura de la atmósfera.....	70° F
		Grados de calor perdido.....	2,100° F
		Calor específico de la escoria.....	0.1788
		Calor latente de fusion.....	90 U. T. B.
		Calor sensible 2,100. × 0,1788.....	375 U. T. B.
			<hr/>
	{	465 × 281 = .....	465 U. T. B. 130,665 U. T. B.
			<hr/>
5.º Llevado por el eje.....	{	Cantidad producida por 24 horas.....	32,200 lbs.
		Cantidad por minuto.....	22 »
		Temperatura del eje.....	2,170° F
		Temperatura de la atmósfera.....	70° F
		Grado de calor perdido.....	2,100° F
		Calor específico del eje.....	0.1468
		Calor latente de fusion.....	60 U. T. B.
		Calor sensible 2,100 × 0,1468.....	308 U. T. B.
			<hr/>
	{	22 × 368.....	368 U. T. B. 8,096 U. T. B.



6.º Llevado por los hollines..	{	Cantidad por 24 horas.....	50,000 lbs.
		Cantidad por minuto.....	35 »
		Temperatura del hollin.....	270º F
		Temperatura de la atmósfera.....	70º F
		Grados de calor perdido.....	200º F
		Calor específico del hollin.....	0,1701
		$200^\circ \times 0.1701 =$	34.02 U. T. B.
		$34.02 \times 35 =$	1,191 U. T. B.
7.º Arrastrado por los gases que se escapan.....	{	Cantidad por minuto.....	1,060 lbs.
		Temperatura de los gases.....	270º F
		Temperatura de la atmósfera.....	70º F.
		Grados de calor perdido.....	200º F.
		Calor específico de los gases.....	0.21
		$200 \times 0.21 =$	42 U. T. B.
		$42 \times 1,060 =$	44,520 U. T. B.
8.º Descomposicion del agua en la corriente.....	{	Cantidad de agua por minuto.....	0.6 lbs.
		Calor para descomponer en H i O...	52,470 lbs. U. T. B.
		$0.6 \times 52,470 =$	31,482 U. T. B.
9.º Irradacion (para saldar) .....			29,410 U. T. B.
Cantidad total de calor consumido, llevado o arrastrado por los dife- rentes items.....			436,432 U. T. B.

RESÚMEN		U. T. B.	Por ciento del total	
Productores .....	{	1.º Oxidacion de la pirita.....	145,872	33.4
		2.º Oxidacion del coke.....	220,014	50.5
		3.º Calor en la corriente.....	70,546	16.1
			436,432	100.0
Consumidores.....	{	1.º Espulsion del CO <sub>2</sub> .....	72,594	16.6
		2.º Espulsion del agua.....	14,274	3.2
		3.º El agua de las chaquetas.....	104,200	23.9
		4.º La escoria.....	130,665	30.0
		5.º El eje.....	8,096	1.9
		6.º Los hollines.....	1,191	0.3
		7.º Los gases que se escapan.....	44,520	10.0
		8.º El agua en la corriente.....	31,482	7.2
		9.º La irradiacion.....	29,410	6.7
	436,432	100.0		

Al espresar estas unidades de calor en fuerza de caballos, la cantidad de trabajo verificado en los hornos de manga es casi increíble.

- 1 U. T. B. = 772 piés-libras.  
 1 caballo (fuerza de) = 33,000 libras por minuto.  
 1 caballo (fuerza de) = 42.7 U. T. B. por minuto



RESÚMEN		Fuerza teórica en caballos	Fuerza práctica en caballos
Productores.....	1.º Oxidacion de la pirita.....	3,416	427
	2.º Oxidacion del coke.....	5,163	644
	3.º Calor en la corriente.....	1,652	206
		10,221	1,277
Consumidores.....	1.º Espulsion del CO <sup>2</sup> .....	1,700	212
	2.º Espulsion del agua.....	334	42
	3.º El agua de las chaquetas.....	2,440	305
	4.º La escoria.....	3,060	383
	5.º El eje.....	190	24
	6.º Los hollines.....	28	3
	7.º Los gases que se escapan... ..	1,042	130
	8.º El agua en la corriente.....	738	92
	9.º La irradiacion.....	689	86
	10,221	1,277	

En término medio la máquina de vapor dará una producción como de 12.5% del valor teórico de las unidades de calor absorbida por ella.

La gran pérdida del calor demostrada aquí origina la cuestión de su aprovechamiento. El calentamiento de la corriente tanto por medio de la escoria como de los gases que se escapan, se ha tentado o experimentado en varias instalaciones, pero con poco éxito. Los gases siendo incombustibles no son aprovechables para el uso o empleo en máquinas de gas, o para calentar la corriente por medio de una estufa hecha en ladrillo de fuego, tales como sucede con los que se emplean en los hornos altos de fierro. Tentativas han sido hechas para utilizar una parte del calor de los gases pasándolos alrededor de tubos (cañerías) por los cuales pasaba la corriente de aire frío en su camino al horno, pero con motivo de la flojedad o lentitud con que el aire entrega o cede su calor, i la baja temperatura relativa a que se escapan los gases, muy poca elevación de temperatura se obtenía en la corriente. Una estratagemata para obtener el calor de la escoria se arregló, poniendo la entrada para el ventilador sobre el crisol, i aunque se obtuvo algunos grados de calor en la corriente, era en perjuicio del aprovechamiento del calor en el crisol, el que debe mantenerse tan caliente como sea posible. Otro arreglo sin éxito fué el de rodar los moldes llenos de escoria fundida a una cámara de ladrillo de la cual el ventilador tomaba el aire, pero se tropezó con la dificultad que tiene el aire que se ha calentado, antes de pasarlo por el ventilador; primero, con motivo de la imposibilidad de mantener el ventilador propiamente lubricado, i segundo, con motivo de la disminución de capacidad del ventilador por el aire expandido antes de pasar por él. De las anteriores cifras de las operaciones en la fundición de Golden, se puede observar que si solo se pudiera ser transferida la mitad del calor de la escoria a la corriente de aire, la calentaría a una temperatura próximamente igual a la obtenida de la estufa de calentar el aire, i todo el calor de la escoria i del agua de las chaquetas aprovechada,



daria un mayor número de unidades de calor que las producidas por la quema o combustion del coke.

Una mayor cantidad de calor es absorbida por la descomposicion del agua higroscópica en la corriente de aire que lo que se conoce jeneralmente; i en este caso iguala próximamente a la mitad de las unidades de calor obtenidas de la estufa. Una idea de posible utilidad es la de que el aire ántes de alcanzar al ventilador puede ser pasado sobre un material higroscópico, como cal viva o ácido sulfúrico, que absorberia el agua del aire i así ahorraria el calor que de otra suerte seria necesario para descomponer el agua en el horno. La cantidad de material requerido será mui pequeña en comparacion con el ahorro que se hace, i especialmente parece aplicable a alturas cerca del nivel del mar, donde el aire es mui húmedo.

La dificultad mecánica, sin embargo de verificar la completa remocion del agua del aire, debe ser probablemente grande.

La espulsion del  $\text{CO}_2$  de la cal absorbe una gran cantidad de calor (666 U. T. B. por libra de  $\text{CaCO}_3$ ), pero en la práctica de los hornos esto puede en mui poco ser correjido.

