

## BOLETIN

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

## DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente  
Cárls Besa

Vice-Presidente  
Cesáreo Aguirre

Director Honorario

ALBERTO HERRMANN

Andrada, Telésforo  
Avalos, Cárls G.  
Chiapponi, Marco  
Elguin, Lorenzo  
Gallardo González, Manuel

Gandarillas, Javier  
González, José Bruno  
Harnecker, Otto  
Lecaros, José Luis  
Lira, Alejandro

Maier, Ernesto  
Pinto, Joaquín N.  
Santa Cruz, Joaquín  
Vattier Cárls  
Yunge, Guillermo

Secretario

ORLANDO GHIGLIOTTO SALAS

## MEMORIA

PRESENTADA A LA JUNTA JENERAL DE SOCIOS, EN 12 DE SETIEMBRE DE 1909  
POR EL DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD NACIONAL DE MINERÍA

SEÑORES:

En cumplimiento de los Estatutos os ha convocado el Directorio para daros cuenta de los trabajos que han sido objeto de su atención durante el año.

## I

De acuerdo con lo que tuve la honra de comunicaros en la pasada Junta Jeneral de Socios, el Directorio ha puesto todo empeño en activar los trabajos relativos a la formación de la Estadística Minera i ha podido dar a la publicidad, a principios del año en curso, el III volúmen, correspondiente a 1906 i 1907.

Este volúmen, que consta de unas 518 páginas, va ilustrado con numerosas vistas de minas i establecimientos metalúrgicos, i lleva como anexos siete

capítulos que registran las monografías de algunos establecimientos i centros mineros de importancia. Este volúmen ha circulado con profusion, dentro i fuera del país.

El conocimiento que ya teneis de este trabajo, me escusa tener que llamar vuestra atencion sobre su importancia. Me bastará deciros que tanto la prensa nacional como extranjera han dado testimonio de su aceptacion, i que gracias a él, la Sociedad aumenta cada dia el canje de publicaciones.

No obstante el buen resultado obtenido con la publicacion [de este III volúmen de la Estadística, el Directorio persevera en el propósito de mejorarlo aun, para publicarlo mas oportunamente i para darle mayor desarrollo a la parte final, relativa a las monografías.

Para conseguir estos resultados, el Directorio ha pedido al Ministerio de Industria i Obras Públicas que se consulte una subvencion mayor en el presupuesto del año próximo, i el señor Ministro, encontrando fundadas las razones que ha dado la Sociedad en apoyo de su peticion, ha accedido a ella.

Contando con mayores recursos, es de esperar, pues, que la estadística de un año, sea publicada a mas tardar, dentro de los seis primeros meses del siguiente; i que al mismo tiempo, se podrá dar mas desarrollo a las monografías, tomando como base, de preferencia, aquellas que tengan por objeto dar a conocer los yacimientos de minerales abundantes, que por ser de baja lei no se trabajan.

Al mismo tiempo, cúpleme dejar constancia que los trabajos para publicar el IV volúmen, con los datos estadísticos correspondientes al año 1908, están ya terminados, i el jefe de la Estadística, el ingeniero don Guillermo Yunge, se ocupa actualmente en preparar los resúmenes estadísticos i en la redaccion de la obra. En el curso del presente mes se enviarán los orijinales a la imprenta, para su impresion.

Para la publicacion de este IV volúmen de la Estadística, el Directorio cuenta [ademas con la desinteresada cooperacion del ingeniero de minas don F. Alfredo Sundt, que recorre en estos momentos las provincias del Norte, visitando las principales minas i establecimientos metalúrgicos. La reconocida ilustracion del señor Sundt i su dedicacion a esta clase de estudios son garantías del éxito que ha de tener en el desempeño de su cometido, en beneficio de la Estadística.

---

Durante el año, el Directorio ha llevado a término, ademas, la publicacion del I volúmen de los Estudios Jeolójicos i Topográficos de la Cordillera i Desierto de Atacama, acompañado de doce mapas, con perfiles en colores. Esta obra, anunciada en la última memoria, permitirá aprovechar los estudios de la Comision Exploradora del Desierto, de que fué jefe el malogrado ingeniero don Francisco J. San Roman.

El Directorio ha podido llevar a cabo esta publicacion con los recursos que para ella ha destinado el Supremo Gobierno i con la cooperacion del distingui-

do jeólogo e ingeniero de minas, don Lorenzo Sundt, cuyo celo i labor me complazco en reconocer. A este volúmen seguirá otro, de unas 400 páginas aproximadamente, que será su complemento, con los estudios jeológicos i mineralógicos de la misma comision exploradora del desierto.

Este volúmen llevará como anexo un mapa jeológico i mineralógico de la misma rejion, con numerosos datos que permanecian inéditos.

Aun cuando los estudios jeológicos, que comprende esta obra, no son de carácter definitivo ni abarcan de una manera sistemática i completa las zonas a que se refieren, el Directorio ha puesto todo empeño por obtener su publicacion, porque les atribuye mucha importancia i no duda que ellos constituyen una valiosa contribucion a los estudios jeológicos de nuestro territorio. Por otra parte, ellos significan un crecido desembolso para el Fisco, que habria quedado perdido completamente, si no se hubiera dispuesto su publicacion.

---

La importancia que el Directorio reconoce a esta clase de trabajos, lo han movido a dirigirse al Ministerio de Industria i Obras Públicas, haciéndole presente la conveniencia de organizar el estudio jeológico del pais, contratando para ello en Alemania o Estados Unidos a uno o mas jeólogos de reconocida competencia.

Como los últimos estudios jeológicos datan de ahora cincuenta años, puesto que fueron practicados por Domeyko, Pissis, Phillipi i otros, ha llegado el momento de organizar este servicio, para llevar a cabo con método el reconocimiento de nuestro subsuelo. La falta de estos estudios se hace sentir cada dia mas, principalmente en lo que respecta a una carta jeológica, que hoi tienen mui adelantada paises como Perú, Argentina, Brasil i otros.

Las ideas mas jenerales sobre la materia las ha dado a conocer el Directorio al Supremo Gobierno en oficio que lleva fecha 17 de agosto último, i ha sometido a su aprobacion, para dar principio a esta clase de trabajos, las siguientes indicaciones:

a) Encomendar desde luego a un ingeniero idóneo la confeccion de un resúmen jeológico, tomando como base los estudios realizados hasta la fecha, los cuales se anotarían en una carta especial.

Hai abundante literatura nacional i extranjera, repartida en numerosas obras i revistas, sobre la jeología del pais, que podria aprovecharse en las mejores condiciones;

b) Preparar un resúmen de todos los trabajos practicados hasta la fecha, en la zona carbonífera. Este resúmen iria acompañado de un mapa, en el cual se anotarían los afloramientos carboníferos i la situacion de las diversas minas; i

c) Realizados estos dos trabajos de carácter previo i preparatorio, se procedería a organizar la oficina o instituto, conforme a un programa de trabajo bien concebido para proceder al estudio jeológico del pais.

El Directorio, deseoso de cooperar eficazmente a la realizacion de este pro-

pósito, que sería para el país de las más beneficiosas consecuencias, ha tomado el acuerdo de presentar, además, al Supremo Gobierno, un proyecto sobre la materia, para cuyo efecto cuenta con la cooperación del señor Ernesto Maier, profesor de Geología de la Universidad, que le ha presentado las bases que en su concepto, debe darse a la oficina que corra con el estudio geológico del país.

El Directorio, tomando en cuenta las ideas del profesor Maier i las que se han vertido ya en la Sociedad en diversas ocasiones, dará forma definitiva al proyecto i lo elevará al Ministerio de Industria i Obras Públicas para su aprobación. Es de esperar que el Gobierno, penetrado como está de la importancia i del objeto práctico de esta clase de estudios, le preste su más decidido apoyo.

---

Intimamente relacionado con la organización de la Oficina Geológica se encuentra el proyecto que tiene por objeto crear el Cuerpo de Ingenieros de Minas, organismo que hace falta en un país esencialmente minero como el nuestro. Chile en esta materia ha quedado atrasado. Países vecinos como Perú, Argentina, Brasil, ya lo tienen organizado i hace muchos años que sus trabajos se publican en revistas i obras que ofrecen el mayor interés.

Aparte de la importancia que la creación del Cuerpo de Ingenieros significa para el mejor conocimiento de los recursos minerales del país i para el fomento i desarrollo de la industria, el Directorio le atribuye un interés especial, en lo que se relaciona con la enseñanza minera. Los cursos de ingeniería de minas de la Universidad tienen actualmente muy pocos alumnos, i día a día se ve decaer el entusiasmo por esta clase de estudios, a pesar del estímulo de un sueldo o subvención que les acuerda el Fisco a los estudiantes.

Este retraimiento obedece, en concepto del Directorio, a varias causas, siendo las principales: 1.º lo recargado que se encuentra el curso de ingeniería de minas con ramos que no dicen relación estrecha con la profesión. Los alumnos con el mismo esfuerzo o quizás menor, pueden recibirse de ingenieros civiles i optan por esta carrera; 2.º les falta por otra parte el estímulo que tienen los ingenieros civiles con los empleos fiscales i con los trabajos de obras públicas i ferrocarriles. La creación del Cuerpo de Ingenieros de Minas, tal como lo proyecta la Sociedad, vendría a hacer desaparecer estos dos graves inconvenientes.

El Directorio ha comisionado a los ingenieros señores Javier Gandarillas i Guillermo Yunge para que redacten un proyecto que permita organizar el Cuerpo de Ingenieros de Minas, i este trabajo se encuentra ya bastante adelantado. Es probable que el Directorio pueda ocuparse de él en el curso del mes próximo i los señores socios pueden estar seguros de que le consagrará la mayor atención para discutirlo i elevarlo al Supremo Gobierno para su aprobación.

---

La enseñanza que se da en las Escuelas Prácticas de Minería, ha sido objeto de la atención del Directorio durante el año, con motivo de un informe que

le fué pedido por el Ministerio de Industria i Obras Públicas, para reorganizar la Escuela Práctica de Minería de Santiago i estudiar la idea de su traslacion a un local mas adecuado.

El Directorio designó a los señores Cesáreo Aguirre, Javier Gandarillas i Guillermo Yunge, para que estudiaran esta delicada materia i esta Comision, despues de un largo i minucioso estudio, ha elaborado un plan de reorganizacion completa de ese plantel, reduciendo el tecnicismo a lo estrictamente indispensable para dar a la enseñanza un carácter verdaderamente práctico.

El informe de la Comision ha sido discutido i aprobado por el Directorio i enviado al Ministerio de Industria i Obras Públicas.

---

El Directorio ha creido de su deber llamar la atencion del Supremo Gobierno hácia la conveniencia de provocar el estudio de las fuerzas hidráulicas disponibles, que encontrarian aplicacion no solo en la minería sino tambien en las industrias metalúrgicas, fabriles, químicas, en el alumbrado de las poblaciones, en los trasportes i en la agricultura.

En un estenso memorial, que lleva fecha 14 de julio del presente año, dió a conocer sus ideas al respecto i propuso la creacion de un servicio de estudio de las fuerzas hidráulicas disponibles, que se ceñiria, en lo posible, al plan elaborado por las comisiones francesa i suiza que se han ocupado de esta materia.

Me es grato dejar constancia de la aceptacion que las ideas contenidas en ese memorial merecieron al Supremo Gobierno; pues el Ministerio de Industria i Obras Públicas, por decreto núm. 1,358, de 26 del mismo mes de julio, contrató los servicios del ingeniero don Oscar Schmidt para que organice i dirija el servicio de estudio de las fuerzas hidráulicas.

El mismo decreto dispone que esta oficina, cuyo personal se completará una vez que llegue al país el señor Schmidt, que se encuentra actualmente en Alemania, quede sometida a la vijilancia de una junta de tres miembros, elejidos uno por cada una de las Sociedades Nacional de Minería, de Fomento Fabril i Nacional de Agricultura.

---

Durante el mes en curso, el Directorio ha vuelto a ocuparse del Proyecto de Reforma del Código de Minería, que, como se recordará, fué objeto de un detenido exámen por parte de una comision especial de su seno i de mineros i profesionales de todas las provincias del Norte.

Como me ha cabido la honra de comunicaros en otras sesiones jenerales, el Proyecto de reforma del Código de Minería que prepara la Sociedad, se ha limitado principalmente a salvar dudas i dificultades, a llenar vacíos i corregir defectos i ordenar ciertas dispociones del Código en vijencia. I no ha alterado,

por cierto, ninguno de los principios fundamentales sobre que descansa actualmente la propiedad minera.

Después del paciente i minucioso exámen a que ha sido sometido este proyecto, su discusion no ha de prolongarse por mucho tiempo mas en el seno del Directorio, que tiene el propósito de elevarlo cuanto ántes al Supremo Gobierno para que le preste su patrocinio ante el Congreso Nacional.

Tan luego como el Directorio haya despachado los diversos trabajos pendientes, que dejo enumerados, espera ocuparse de lo relativo a la situacion de la industria carbonífera, a fin de propender a una mayor explotacion i consumo de la produccion nacional, procurando reducir, por este medio, en cuanto sea posible, la importacion de carbon extranjero.

La importancia i trascendencia del problema que hoi por hoi afecta a la industria carbonífera, queda de manifiesto con solo observar que el pais, a pesar de la abundancia i del número de sus yacimientos, se ve en la necesidad de importar el producto extranjero por un valor de 32.800,000 pesos oro de 18d. Esta es la cifra que corresponde a la importacion habida el año 1908.

Si se estudia la estadística de la importacion de carbon extranjero en los últimos años, se llega a la conclusion de que las necesidades de las diversas industrias aumentan cada dia mas, i no obstante, nuestra produccion permanece hasta cierto punto estacionaria, sin que se tomen medidas para evitar la sangría que significa para el pais la enorme cifra a que alcanza la importacion.

Como puede verse en el cuadro que va en seguida, la importacion del carbon extranjero ha sido:

<u>Años</u>	<u>Cantidad en tons.</u>	<u>Valor en \$ de 18d.</u>
1903.....	825,270	11.850,686
1904.....	822,471	12.822,323
1905.....	1.179,058	17.155,294
1906.....	1.037,450	21.381,844
1907.....	1.521,653	28.421,738
1908.....	1.641,471	32.829,420

Aun cuando el Directorio reconoce que ciertas industrias no pueden prescindir completamente del combustible extranjero de cierta calidad, cree, no obstante, que la importacion puede i debe disminuirse de un modo considerable, procurando, mediante ciertas medidas, que sean nuestros propios yacimientos los que abastezcan de preferencia las necesidades nacionales.

El Directorio, por lo demas, ha continuado atendiendo como de costumbre los informes que le han pedido tanto el Gobierno como los particulares i propendiendo por todos los medios posibles, dentro de sus recursos i de su esfera de accion, a todas aquellas medidas que tiendan al fomento i desarrollo de la industria.

Con ocasion del IV Congreso Científico Pan-Americano, que tuvo lugar en Santiago a fines del año último, el Directorio designó a uno de sus miembros, el señor Carlos Vattier, en el carácter de Delegado de la Sociedad, e invitó a las secciones de Injeniería i Ciencias Físicas a visitar el local de la Sociedad i sus dependencias.

En esta ocasion, el señor Vattier dió a conocer en una interesante conferencia, que fué publicada en el Boletín de la Sociedad, el estado actual de la siderurjia en Chile, los recursos con que cuenta en el país para su desarrollo i los trabajos de los Altos Hornos que se llevan a cabo en Corral.

Correspondió, ademas, al infrascrito como Presidente de la Sociedad dar la bienvenida a los señores Delegados al Congreso Científico, dándoles a conocer, a grandes rasgos, la minería del país, i se aprovechó la oportunidad para obsequiar a los visitantes con colecciones de las principales obras publicadas por la Sociedad.

El Boletín se ha seguido publicando con la debida regularidad i vosotros todos teneis pruebas del empeño que gasta el Directorio para mejorar sus informaciones. Ha contado durante el año con distinguidos colaboradores i muchos de sus trabajos han merecido los honores de la reproduccion en revistas estranjeras. Algunos de ellos, como los de los señores F. Alfredo Sundt, Miguel R. Machado, José B. González Julio e Ignacio Díaz Ossa, han sido incluidos en la lista que de los trabajos mas importantes, publica la revista de «The Institution of Mining and Metallurgy», de Lóndres.

---

## II

La publicacion del Boletín i de la Estadística Mínera ha permitido ensanchar las relaciones de la Sociedad, creando nuevos canjes; i la Secretaría ha iniciado en las mejores condiciones la formacion de una seccion de catálogos de las principales fábricas de los Estados Unidos, Inglaterra, Francia i Alemania, que cuenta ya con mas de doscientos ejemplares, la mayor parte de ellos de reciente publicacion.

## II

Las secciones del Museo Mineralójico, dependiente de la Sociedad, han tenido el siguiente movimiento:

*Seccion Laboratorio.* Los trabajos ejecutados durante el año trascurrido desde la última Junta Jeneral de Socios son:

Ensayes de oro 216, Plata 93, Cobre 262, Fierro 14, Aluminio 15, Sesquíóxidos de hierro i aluminio conjuntamente 13, Cal 27, Sílice 23, Azufre 23,

Magnesia 3, Plomo 5, Molibdeno 2, Estaño 3, Nitrato de sodio 51, Acido fosfórico 5, Azoe 5, Agua 7, Zinc 1, Wolfran 1, Yodo 1, Sulfato de sodio 1, Sulfato de magnesia 1, Tántalo 1, Insoluble en ácidos 12, Potencia calorífica 2. Lo que forma un total de 789 determinaciones cuantitativas, a lo que debe agregarse 105 reconocimientos cualitativos de diferentes sustancias minerales e industriales.

Las existencias de útiles i reactivos han sido incrementadas con un pedido hecho a la casa de Poulenc Frères de Paris por un valor de 3,273.25 francos. La mercadería se encuentra en la Aduana de Valparaiso i se tramita su despacho.

*Seccion Museo.*—Las colecciones de esta seccion han sido incrementadas con los siguientes ejemplares, que han sido clasificados i distribuidos en sus respectivas colecciones:

Obsequio de don Jorje Pérez M. Ejemplar de aleacion de plata i oro tomado a tres metros de profundidad en el manto aurífero de la mina Bellavista de los lavaderos de oro de Lonquimai.

Obsequio de don Guillermo A. San Roman. Un ejemplar de pirita aurífera de la mina Hospital del Mineral de Bronce en Petorca.

Obsequio de don Guillermo Carvallo. Dos barrenos de fierro con calza de acero encontrados en labores aterradas i abandonadas de mas de 60 años en la mina Sauce en San Felipe.

Obsequio de don Enrique Villegas. Un ejemplar de oro nativo sobre sulfatos i carbonatos de cal con cloruro i nitrato de sodio de las pampas salitreras próximas a la mina Bolaco en Antofagasta.

Obsequio de don Graciano Bernales. Un ejemplar de Molibdenita en cuarzo de la mina María del mineral de Arica.

Obsequio del Museo Tecnológico de Sydney (Australia) al Director de la Sociedad Nacional de Minería. La coleccion se compone de 60 ejemplares distribuidos en la forma siguiente:

Muestras de rocas 16, muestras de minerales 22, muestras de fósiles 21 i una muestra de roca tallada en forma de hacha usada por los indios primitivos de Australia.

Mui pronto se terminará una coleccion de duplicados del Museo para retornar con buenos ejemplares chilenos el obsequio del Museo Tecnológico de Sydney.



Antes de terminar, debo dejar constancia de la sensible pérdida que ha experimentado la Sociedad en la persona del distinguido ingeniero de minas don José Tomas 2.º Cortes, miembro fundador de la institucion i ex-miembro de su Directorio durante varios años.

El señor Cortes en su testamento ha legado a la Sociedad la valiosa coleccion de minerales, formada por él mismo, con su respectiva estantería; i el

Directorio ha tomado el acuerdo de honrar su memoria i sus merecimientos colocando su retrato en los salones de la Sociedad.

Adjunto encontrareis los cuadros que demuestran el movimiento de fondos habido durante el año en la Sociedad i en el Museo Mineralógico, acompañados del informe de los señores Inspectores de Cuentas que tuvísteis a bien nombrar en la pasada Junta Jeneral de Socios.

Santiago, 12 de setiembre de 1909.

CÁRLOS BESA,  
Presidente.

O. Ghigliotto Salas,  
Secretario.

BALANCE EN 31 DE AGOSTO DE 1909

Existencias.....	\$	23,194.00		
Capital.....			\$	23,194.00
Caja.....		10,667.91		
Saldo en 31 de agosto de 1908.....				11,134.31
Cuotas.....				2,064.00
Suscripciones.....				317.40
Venta publicaciones.....				1,382.25
Utiles escritorio.....		261.20		
Muebles.....		382.80		
Estudios jeológicos.....		4,323.40		
Avisos.....				3,157.50
Sueldos.....		5,720.00		
Impresiones.....		4,417.23		
Gastos jenerales.....		3,983.90		
Asignacion fiscal.....				8,000.00
Estadística Minera.....				12,200.00
Estudios jeológicos.....				10,000.00
Revistas i Obras.....		1,680.10		
Intereses.....				131.20
Estadística Minera.....		16,950.12		
	\$	<u>71,580.66</u>	\$	<u>71,580.66</u>

S. E. u O.

Santiago, 31 de agosto de 1909.

O. GHIGLIOTTO SALAS,  
Secretario.

Los infrascritos, miembros de la Comision Revisora de Cuentas, designada en la última Junta Jeneral de Socios, hemos procedido al exámen de los libros i comprobantes i los hemos encontrado conformes con el Balance que precede.

Santiago, 10 de setiembre de 1909

ISMAEL BEYTÍA,  
Inspector

GUSTAVO GABLER,  
Inspector

MOVIMIENTO DE FONDOS HABIDO EN EL MUSEO MINERALÓGICO  
DESDE LA ULTIMA JUNTA JENERAL DE SOCIOS

Entradas		Salidas	
<b>1908</b>		<b>1908</b>	
Saldo en agosto.....	\$ 2,665.35	Setiembre.....	\$ 201.58
Setiembre.....	366.25	Octubre.....	224.83
Octubre.....	225.00	Noviembre.....	282.25
Noviembre.....	225.00	Diciembre.....	26 1.30
Diciembre.....	534.00		
<b>1909</b>		<b>1909</b>	
Marzo.....	\$ 833.25	Enero.....	\$ 148.20
Abril.....	225.00	Febrero.....	117.00
Mayo.....	225.00	Marzo.....	228.10
Junio.....	392.25	Abril.....	258.63
Julio.....	225.00	Mayo.....	319.54
Agosto.....	225.00	Junio.....	150.94
		Julio.....	146.80
		Agosto.....	155.09
	<u>\$ 6,141.10</u>	Total.....	<u>\$ 2,493.26</u>
		Saldo.....	<u>3,647.84</u>
			<u>\$ 6,141.10</u>

Santiago, 1.º de setiembre de 1909.

JULIO LASO,  
Director.

V.º B.º

ISMAEL BEYTÍA — GUSTAVO GABLER  
Inspectores.



## Los competidores del salitre.—El cobre.—El aluminio

\* APUNTES TOMADOS DEL ANUARIO NORTE-AMERICANO «THE MINERAL INDUSTRY», CORRESPONDIENTE A 1908

### A.—COMPETIDORES DEL SALITRE

A.—*Sulfato de amonio*.—En el resúmen de la producción mundial del sulfato, pág. 36, hai un error de suma: en lugar de 991.200 toneladas, son 895.720 en el año 1907; la producción en 1908 alcanza a 884.230 toneladas, inferior en 11.490 toneladas, comparada con la producción de 1907. Esta merma se explica por la menor producción en Estados Unidos de 11,380 toneladas, que según espuesto en el testo se debe al estado de crisis en la producción de hornos de coke, además la producción menor de sulfato en Bélgica, Holanda i varios países es únicamente, según estimación, i nó según datos fijos.

Alemania ha producido en 1908, 313.000 toneladas de sulfato que proceden de fábricas de gas 30,000 i de hornos de coke 280,000; en suma 313,000 toneladas.

Este país ha jeneralizado casi por completo la construcción de hornos modernos de coke, recuperando los productos adicionales, sulfato de amonio i alquitran; produciendo 10% mas de coke, con menor contenido de ceniza, de la misma cantidad de hulla. Queda apenas la probabilidad de un aumento de 20,000 toneladas de sulfato de la misma fuente, porque en 1908 la producción de coke en Alemania llegó a 21.000,000 de toneladas, correspondientes a un poco mas de 300,000 toneladas de sulfato.

El número de hornos modernos de coke existentes en los Estados Unidos es aun muy corto: en 1907 se han producido allá 62,700 toneladas de sulfato correspondiente a 1.300 hornos modernos. Si toda la cantidad de coke que en el mismo año se fabricó en los Estados Unidos, i que alcanzó a 40.000,000 toneladas, se hubiera obtenido mediante los hornos modernos, éstos habrían producido de la misma cantidad de hulla 4.000,000 de toneladas de coke mas que los hornos antiguos, 600,000 toneladas de sulfato i 1.200,000 toneladas de alquitran. Aunque en el año 1908, en consecuencia de la crisis económica aguda, bajó la producción de coke en 40% causado por igual baja de la producción de fierro i de otras industrias consumidoras de coke, he preferido tomar la producción grande de coke en el año 1907, porque es mas que probable, que vuelvan los Estados Unidos luego a la misma alta producción, porque este país vigoroso, rico en dinero i que aumenta cada año su población en un millón i medio de habitantes, recuperará en corto tiempo su asombrosa actividad industrial.

Parece que ya se hacen empeños para aumentar los hornos modernos de coke; según noticias tomadas en otra fuente, ha encomendado la Combinación del Acero, el Steel Trust, la construcción de quinientos hornos modernos a

una casa de Essen, Westfalia, en Alemania, que se ocupa esclusivamente en construir esta clase de hornos de coke.

Es natural prever que los Estados Unidos entren luego de lleno en esta vía, porque el ejemplo de Alemania ha probado las inmensas ventajas pecuniarias de estos hornos. Las grandes fundiciones de fierro poseen, casi sin escepcion, minas propias de hulla i fabrican su propio coke i con las ganancias por mayor peso del coke producido, por el valor de los productos adicionales, sulfato i alquitran, rebajan el costo de produccion del fierro.

En Europa hai un pais, Inglaterra, que ha quedado mui atras en la construccion de hornos modernos de coke. Segun una estadística del año 1907 ha producido mediante estos hornos solamente 59,200 toneladas de sulfato de amonio. No he podido encontrar el dato de la produccion total de coke en Inglaterra; pero siendo su produccion de fierro en 1908 solamente poco inferior que la de Alemania, sus fábricas de maquinaria numerosas i casi el único pais que esporta injentes cantidades de coke a todas partes del mundo, parece justificado suponer que su produccion de coke anual sea igual a la de Alemania en 1908, o sea 21.000,000 toneladas, correspondientes a una produccion de 300,000 toneladas de sulfato. Con tal que jeneralice el empleo de los hornos moderno podrá Inglaterra aumentar su produccion anual de sulfato en 300,000—59,000, igual a 241,000 toneladas.

Vemos, pues, que entre Estados Unidos e Inglaterra es posible un aumento anual de la produccion mundial del sulfato en 800,000 toneladas mas o ménos doblando así casi la produccion mundial presente.

Este aumento no sucederá desde luego, porque la construccion de talvez 30,000 hornos necesarios necesita tiempo i mucho dinero, talvez muchos millones de libras esterlinas.

Miéntas que el precio actual del salitre se mantiene, la ganancia de fabricante de sulfato de amonio es pingüe. El costo principal es el importe del ácido sulfúrico que consume. Una alza del precio en éste seria mui perjudicial a esta industria.

Las grandes producciones de sulfato de Inglaterra, 318,400 toneladas i de Alemania, 313,000 obligan a estos paises a esportar una parte.

En 1908 ha esportado Inglaterra 234,921 i Alemania 25,000 toneladas.

La primera esportó:

A España i Portugal.....	51,667 toneladas.
Al Japon.....	38,745   »
i la segunda	
Al Japon.....	9,899   »
Total de esportacion al Japon.....	48,644 toneladas

Miéntas tanto el consumo del salitre chileno en el mismo año alcanzó en España solamente a 1,568 toneladas i en el Japon a 522 toneladas.

Está visto que allá la propaganda del salitre es mui inferior i vencida por los esfuerzos de los fabricantes del sulfato de amonio.

*B.—Cianamida de cal i nitrato de cal noruego.*—Los otros dos competidores del salitre chileno, la cianamida de cal i el nitrato de cal noruego, están aumentando en produccion; principalmente está creciendo la capacidad productora por ereccion de nuevas fábricas.

#### B.—COBRE

La produccion de este metal en el mundo alcanzó a 722,625 toneladas en el año 1907 i en el año 1908 a 762,111 toneladas. Por consiguiente, hubo en este último año un aumento de 40,000 toneladas. Esto es tanto mas notable, porque durante el año 1907, gracias al dominio absoluto del mercado mundial del cobre por los Estados Unidos, se mantuvieron las cotizaciones mui altas hasta el mes de noviembre, cuando sobrevino una repentina baja, que se explica por la imposibilidad de vender a los mismos precios altos anteriores las cantidades acumuladas en manos de los tenedores norte-americanos. Para disminuir la produccion resolvieron varios grandes productores, entre ellos la mina «Anaconda», la mina «Cananea» en Méjico i varias otras, a parar totalmente la explotacion de sus minas i la fundicion de los minerales, paralización que duró hasta fines de marzo de 1908. Desde esta última fecha todos estos establecimientos se encuentran otra vez en plena produccion i nuevas importantes empresas han entrado a aumentar la cantidad producida de cobre.

Los precios de cobre durante el año 1907 alcanzaron al término medio anual, en Nueva York, de 20 centavos oro americano por libra, pero bajaron en 1908 al término medio anual de  $13 \frac{21}{100}$  centavos oro.

En Londres la cotizacion anual media era en 1907 £ 87 i en 1908 bajó en término medio a £ 59,18.0.

Por la actividad jeneral, que rije en 1909, se debe prever un nuevo aumento considerable en la produccion del cobre, i, como no se ha restablecido aun la misma actividad en el consumo, poca esperanza fundada existe que mejore el precio, que se ha mantenido a la misma altura del término medio del año 1908.

Se acerca tambien la época, cuando el abundantísimo distrito cobrero de Katanga, situado en el Congo Belga de Africa, quede en estado de lanzar sus cobres a los mercados europeos. El tomo del «Mineral Industry» del año 1908, cuya redaccion se cerró en mayo de 1909, observa que la línea ferrea al litoral quedará concluida despues de dieciocho meses, lo que seria a fines del año 1910. Las compañías de las minas de Katanga han pactado con este ferrocarril los fletes siguientes: Un penique por milla i tonelada o sobre 1,200 millas de estension 5 libras esterlinas por tonelada, cuando la cantidad trasportada alcance a 250,000 toneladas; tres cuartos de penique, cuando sea de 500,000 toneladas

o sea £ 3.6.8; medio penique, cuando se transporte un millon de toneladas o sea £ 2.10.0 por tonelada.

Para probar que los minerales de Katanga, todos oxidados, se pueden reducir en horno de soplete directamente a cobre en barra, con ayuda de fundentes de fierro i cal, existentes en la vecindad, las compañías han remitido, a costo de grandes sacrificios pecuniarios, al mercado de Londres, 100 toneladas de cobre en barra.

Es obvio que esta expectativa cercana, de que Katanga venga a figurar en el mercado de cobre, no contribuye a la esperanza de mejores precios de este metal. Katanga cree poder poner su cobre en Londres a un precio de costo de ménos de £ 35 la tonelada.

*Fundicion pirítica de la Tennessee Copper Co., Estados Unidos.*—Este gran establecimiento de fundicion pirítica ha sido obligado por lei a condensar sus humos de ácido sulfuroso a ácido sulfúrico.

Ha vencido todas las dificultades de esta operacion i cree llegar a una produccion de 300,000 toneladas de este ácido al año, para cuya venta ha encontrado comprador en una compañía de abonos artificiales a precio mui remunerativo. (Véase páj. 210 de The Mineral Industry).

Otra compañía de fundicion pirítica en el mismo Estado principia a poner en planta la condensacion de sus humos a ácido sulfúrico.

Visto el éxito de la Tennessee Copper C.<sup>o</sup> puede predecirse que se obligará a los otros grandes establecimientos de fundicion, que llenan su vecindad con humos sulfurosos en detrimento de la agricultura, a evitarlo por el mismo procedimiento.

La consecuencia será para los Estados Unidos, como la ha sido en Europa, una gran produccion del ácido sulfúrico i su abaratamiento.

### C.—ALUMINIO

La produccion mundial ha sido en 1907 en toneladas métricas:

En Inglaterra.....	3,700 toneladas
» Francia.....	4,700 »
» Alemania, Suiza i Austria.....	8,000 »
» Estados Unidos.....	16,329 »

---

Total..... 32,729 toneladas

En 1908 se sabe solamente la produccion de los Estados Unidos, que ha bajado a 8,150 toneladas, en consecuencia de la crisis industrial aguda.

El precio de la libra en Nueva York ha bajado en diciembre 1908 a 21½ centavos oro; en Europa, despues de disolverse la convencion entre los productores europeos, en setiembre de 1908, ha bajado a 13½ centavos oro por libra hasta ofrecerse partidas a 12½. Una fábrica europea esportó a Estados Unidos

lingotes de aluminio, no obstante del derecho de importacion existente de 8 centavos oro por libra.

Observa el «Mineral Industry» que los Estados Unidos no pueden producir aluminio a tan bajo precio como las fábricas de Europa, por dos razones: la materia prima allá es mas pura i mas barata i la mano de obra en Estados Unidos es casi el doble mas cara; la fundicion en hornos eléctricos ocupa muchos operarios, que aun no han logrado reemplazar mecánicamente.

Nuevas fábricas de aluminio han sido erijidas en Francia e Italia con capacidad de 30,000 toneladas.—La capacidad de produccion en Europa alcanza ahora a 50,000 toneladas anuales; la de los Estados Unidos a igual cantidad, así que en todo el mundo hai establecimientos capaces de producir 100,000 toneladas anuales.

En California se ha empleado alambre de aluminio para conductor de la electricidad con mui buen éxito, en una línea de 180 millas; se ha observado, sin embargo, que las condiciones climatológicas influyen en el éxito, siendo éstas en California mui favorables.

El precio sumamente bajo de este metal puede contribuir a que se emplee en mayor escala como conductor de la electricidad.

ALBERTO HERRMANN.

---

## Los depósitos gaseosos i petrolíferos de Carelmapu.— Su aplicacion industrial

---

El descubrimiento de grandes depósitos de gas combustible en la parte sur de Chile ha venido a poner de actualidad entre nosotros el aprovechamiento industrial de este gas; se ha pensado en su posible aplicacion a la metalurgia del cobre o a la del fierro.

La fundicion de minerales de fierro no se ha hecho nunca, que yo sepa, por medio de combustible gaseoso; este último tiene, sin embargo, grandes aplicaciones en la siderurgia, tales como en el calentamiento de los hornos especiales para la fabricacion del acero, por un procedimiento que viene en muchas partes a suplir o reemplazar al convertidor Bessemer; la industria del fierro está en Chile en manos de una sola Compañía que tiene ya diseñada su manera de obrar i en construccion su establecimiento de beneficio; así es que es difícil que haga uso de este recurso natural.

La industria del cobre puede, a juicio del señor Miguel Machado, disponer de una cantidad ilimitada de este combustible gaseoso lo que naturalmente representa una gran ventaja, mui en especial en nuestro país, donde el combustible usado en la fundicion de minerales de cobre tiene un valor en término medio de \$ 55, moneda, nacional por tonelada.

La primera consideracion que se nos ocurre es la posicion relativa de los

depósitos de gas con los centros cupríferos del país; los depósitos de gas situados en el sur de Chile se encuentran sobre la costa, es decir, estarían en la misma situación que los depósitos carboníferos de Lota están con respecto a los centros mineros donde recojen sus minerales, ejes, etc.

La fundición que se establecería en Carelmapu sería, pues, de compra de minerales para cuyo efecto se deberían hacer contratos con grandes productores de cobre, tales como Collahuasi, Chuquicamata, etc. i con establecimientos de fundición, que en la actualidad envían sus minerales o productos a Europa para ser allí beneficiados; dada la economía con que este establecimiento funcionaría, economía que estudiamos mas adelante, no es de dudar que cobraría precios bajos por el beneficio de los minerales o, en otras palabras, pagaría precios mas altos por los minerales que compraría; de esta manera se aseguraría una base firme de producción i entraría a ser un rival de los dos únicos establecimientos chilenos que se dedican a este negocio: Guayacan i Lota, establecimientos que, debido a su práctica defectuosa i anticuada, tendrían que morir vencidos por la competencia de un establecimiento moderno que utilizaría como combustible un producto natural de un costo sumamente bajo.

Para establecer la fundición es necesario primero hacer un estudio prolijo sobre la extensión de los yacimientos gaseosos para así asegurarse una base de producción de combustible que debe ser de una duración tal que en el peor de los casos alcance a 15 años, tiempo necesario para amortizar el capital empleado en la construcción del establecimiento; se toma por base 15 años por haberse establecido prácticamente que al cabo de este tiempo la maquinaria usada debe ser totalmente reemplazada o seriamente refaccionada.

Ignoro cuál sea el análisis del gas de Carelmapu, pero ello no hace al caso, pues casi todos los gases naturales de combustión obedecen mas o ménos a la siguiente composición:

Metano.....	93%
Hidrógeno.....	1,8%
Etileno.....	0,35
Oxido carbono.....	0,41
Anhidrido carbónico.....	0,24
Nitrógeno.....	3,60
Oxígeno.....	0,40
Hidrógeno sulfurado.....	0,20

Como se ve, la base combustible de este gas es el hidro-carburo o Metano, siguiéndole en importancia el hidrógeno; el resto no tiene valor industrial alguno i nunca forma el 8% del volumen total del gas emanado.

El metro cúbico de este gas da 8.203 calorías i 975 metros cúbicos de él representan el poder calorífico de una tonelada métrica del combustible en actual uso en Chile para las fundiciones de cobre.

El costo de los 975 metros cúbicos de gas será, aproximadamente, en el peor de los casos, equivalente a \$ 20 papel moneda, mientras que el combusti-

ble en uso actual cuesta, *por la misma cantidad teórica de calor suministrado, \$ 70 de nuestra moneda.*

A esta economía hai que agregarle la que se desprende de la mayor eficiencia del poder calorífero de este nuevo combustible; los hornos usados por los establecimientos de Chile aprovechan solamente, en término medio, el 40% del poder calorífero del combustible; pues unen a un sistema defectuoso de combustion, la falta absoluta de métodos de recuperacion del calor perdido en los productos de la combustion; el combustible gaseoso de Carelmapu, quemado en hornos de reverbero con cámaras de rejeneracion simple del sistema Siemens o cualquier otro, dará una eficiencia del 75 al 80% i por, consiguiente, el valor relativo de la tonelada de combustible en uso actual en dichos establecimientos i su equivalente de gas de Carelmapu será igual a \$ 175 para el combustible en uso actual i de \$ 25 para el gas de Carelmapu.

Estas consideraciones económicas, espuestas así a la lijera i basadas sobre el término medio de los establecimientos que funcionan en el pais, vienen ampliamente a comprobar la idea que a primera vista se forma, al estudiar la faz económica de la aplicacion industrial de esta nueva riqueza que ha escondido por tanto tiempo nuestro territorio.

Las diferentes industrias, entre las que sobresalen la del cobre i del salitre, consumen en combustible carbonífero estranjero la cantidad de \$ 38.421,738 oro de 18d i el precio medio del combustible usado en la industria del cobre, sin tomar en cuenta su flete, es de \$ 26 oro de 18d por tonelada; con estos datos se comprende fácilmente el estado realmente angustioso en que se encuentran estas industrias, mui en especial ahora, que la expansion industrial de otros paises, ha provocado un verdadero exceso de produccion de cobre i ha bajado su precio a £ 60 por tonelada inglesa, precio que fuera de duda predominará por mucho tiempo; basta solo dar una ojeada al costo de produccion de los grandes centros cupríferos para darse cuenta cabal de que, al precio actual, ellos tienen un márgen de ganancia bastante considerable i seguirán, por consiguiente, robusteciendo su poder productivo en la medida que lo exija el consumo de este metal, debilitando de esta manera la demanda, lo que trae por consecuencia una estabilidad o equilibrio comercial que se traduce por la continuacion del precio reinante de £ 60 por tonelada.

No queremos tampoco negar que ámbos establecimientos i compañías chilenas, al precio actual del cobre, realizan una ganancia mas o menos halagadora; pero sí queremos establecer el hecho de que la mayoría de nuestros pequeños industriales se ven obligados a suspender operaciones i que en jeneral se siente hoi dia en esta industria un malestar tan grande i que son tantos los sacrificios que se tienen que hacer para mantener a flote la situacion precaria de muchos de nuestros principales minerales cupríferos, que se va ya perdiendo la confianza i van decayendo los espíritus emprendedores, a un punto tal que hoi seria, si no imposible, al ménos mui difícil i escoloso reunir capital chileno para esplotar minas de cobre o instalar establecimientos de fundicion.

Esta industria que en otros paises es altamente remunerativa, que ha le-

vantado i levanta grandes fortunas, se encuentra en situacion angustiosísima dentro de nuestro territorio. Se presenta hoi dia la solucion económica, solucion tanto mas ventajosa cuanto que con ella se viene a dar utilidad práctica a otra riqueza natural de nuestro suelo.

Es probable que los depósitos de gas de Carelmapu sean lo bastante estensivos para proporcionarnos este combustibe por largo tiempo; los depósitos de gas de la rejion petrolífera de Pensylvania en Fairwiew descubiertos en 1821, han proporcionado gas para fines metalúrgicos desde 1872 hasta nuestra fecha o sea por espacio de 37 años, es cierto que ellos están ya por extinguirse; queda sin embargo por encima del combustible gaseoso natural, el petróleo, que gasificado, se puede emplear i se emplea en las fundiciones de minerales de cobre siguiendo el sistema que yo ahora propongo a los industriales chilenos.

Antes de entrar en mas detalles sobre el particular pasaré a comparar los resultados que se podrían obtener en un establecimiento de este sistema con los resultados que actualmente se obtienen en el establecimiento de la Sociedad Chilena de Fundiciones situado en Guayacan.

El plantel de Guayacan funde anualmente alrededor de 22,000 toneladas de minerales i productos de otras fundiciones; la mitad de este tonelaje tiene lei de 50% de cobre i el término medio de lei del material fundido es de 33%; *el establecimiento gasta en combustible i operarios para fundir, \$ 849,218 anuales*; sus hornos aprovechan escasamente el 19% del poder calorífico del combustible.

Para fundir la produccion de este establecimiento por medio del sistema de gas con cámaras de recuperacion (eficiencia del 80%) se gastarían 3.767,000 metros cúbicos de gas i, avaluando los 1,000 metros cúbicos al precio excesivo de \$ 20, se tendrá un gasto total de combustible equivalente a \$ 75,340 que, unidos a la mitad del gasto de mano de obras del establecimiento de Guayacan (\$ 197,000), i que suma \$ 98,500 nos da *un gasto total de fundicion de \$ 173,840 anuales*.

Esta comparación basta para poner de relieve la gran economía que existiría en el beneficio de minerales de lei subida; vamos a hacer ahora una comparacion con mineral de lei relativamente baja tal como el que beneficia la Societé de Mines et Usines de Cuivre de Chañaral i que contiene 6% de cobre en término medio. Este establecimiento beneficia 26,000 toneladas de mineral, produciendo 1,300 toneladas de cobre, de las cuales solo 13 toneladas son cobre refinado; el resto o sea 1,287 toneladas está en la forma de 2,183 toneladas de eje de lei de 59 % de cobre; al establecimiento le cuesta el combustible i la mano de obra la suma de \$ 461,589 o en otras palabras el costo de fundicion para cada tonelada de cobre es de \$ 355 m/c, sin incluir administracion, gastos de minas, fletes, etc.; el producto obtenido o eje tiene un precio de \$ 650 m/c.

Esta produccion fundida por el sistema de gas con cámaras de recuperacion demandaría 3.363,400 metros cúbicos que costarian \$ 67,268 moneda

corriente que, agregados al costo de la mano de obra de este establecimiento que suma \$ 135,000, harían un total de gastos equivalente a \$ 202,280, en otras palabras, se tendría un costo de \$ 155 por tonelada de cobre, en la forma ya dicha, o sea, ménos de la mitad del costo actual.

Con los datos numéricos espuestos se ve claramente que el exceso de flete se puede fácilmente cubrir con las economías introducidas, dejando aun un márgen de ganancia mucho mayor que el que realmente existe en la actualidad.

El sistema que yo amparo i que tiene su base en los depósitos de gas de Carelmapu no es nuevo i no ofrece dificultad alguna en su instalacion.

Desde largo tiempo atras el combustibe gaseoso se ha aplicado a la metalurgia con espléndidos resultados; en las rejiones poco socorridas de la parte oeste de Estados Unidos se ha hecho uso de un gas que se ha producido artificialmente, destinando un carbon mineral de pésimas cualidades (inferior al carbon chileno); se ha aumentado el poder calorífico de este gas introduciendo al gasificador vapor de agua, que por su descomposicion ha producido hidrógeno i de esta manera de un combustible inservible, que abundaba en la localidad, se ha fabricado un gas de combustion de primera clase, evitándose así traer carbon de mejor calidad de las rejiones carboníferas del este del pais; carbon que seria recargado con 3,500 kilómetros de flete de ferrocarril.

El establecimiento de la Compañía Boston i Montana, situado en Great Falls, Montana, Estados Unidos; funde de esta manera diariamente 750 toneladas de mineral de 4% a un costo de \$ 10 por tonelada de mineral o sea \$ 250 por tonelada de cobre; el producto obtenido es un eje con lei de cobre equivalente a 50%; hai que advertir que el costo de la mano de obra en este establecimiento es de \$ 15 m/c por trabajador empleado.

Si el procedimiento ha dado tan buenos resultados económicos, fabricando el gas de combustion, natural es que estos resultados mejoren materialmente, tratándose de un depósito natural de gas que no exige sino un costo reducido para extraerlo; por otra parte, el gas natural de combustion no difiere sustancialmente para los fines que lo va a usar, del gas artificialmente producido por la destilacion del carbon en presencia del vapor; si hai algunas ventajas, ellas están naturalmente en favor del gas natural, tales como mayor poder calorífico, menor costo de produccion, etc.

Acaparado el gas en estanques de presion se le haria pasar a los hornos por medio de cañería, creo inútil el calentamiento del gas ántes de su combustion, pues cálculos que he hecho me permiten asegurar que la temperatura de combustion práctica con gas frio i aire caliente no bajará de 1,500° c.

El gas entrará al horno bajo cierta presion i allí puesto en contacto con el aire, a la temperatura de reaccion, se combustionará produciendo el calor necesario; los productos de combustion o gases que salen del horno a una temperatura bastante elevada pasan por entre cañones de fierro que conducen el aire que va a servir para quemar el gas; de este modo los gases ceden la mayor parte del calor que ellos llevaban al aire que va a entrar al horno; este sistema de recuperar calor, que de otra manera se perderia necesariamente, es el sistema

conocido como de rejeneracion simple; pueden talvez usarse con ventaja otros sistemas de recuperacion que, junto con el que se menciona, están i han estado en práctica por mucho tiempo en establecimientos metalúrgicos e industriales.

Talvez sea prematuro plantear la cuestion de la utilizacion industrial de este combustible gaseoso, pues aun no se conoce la verdadera magnitud de los depósitos de gas; pero dentro del criterio que me guia al escribir estas líneas, creo, por el contrario, es este el momento oportuno de hacerlo para así abrirles un nuevo horizonte a los investigadores i cateadores de esa parte de nuestro territorio mostrándoles de antemano el verdadero valor de su descubrimiento i la alta significacion que él tiene sobre muchas de nuestras principales industrias.

Como he dicho anteriormente, en el peor de los casos, suponiendo que los depósitos de gas no fueran de la estension que hoi dia se les asigna; nos queda todavía el petróleo cuya existencia parece un hecho real, i que se puede utilizar con los mismos, sino con mejores resultados económicos, en la industria del cobre.

La Compañía Arizona Smelting C.<sup>o</sup> funde en su establecimiento de Humboldt (Arizona, E. U. de N. A.) 700 toneladas diarias de un mineral que contiene 5% de cobre a un producto de 40% en dos hornos de reverbero que gastan en conjunto \$ 4.900 en petróleo, produciendo por medio de los gases calientes que salen de los dos hornos 1.300 caballos de fuerza, que se jeneran como vapor en calderos colocados en las cámaras de recuperacion. El costo de fundicion de la tonelada de mineral es de \$ 7, sin incluir mano de obra, i no tomando tampoco en consideracion que con estos \$ 7 se obtienen ademas, tres caballos de fuerza motriz; *el costo de fundicion equivale a \$ 140 por tonelada de cobre.*

En el caso que la fundicion se practique con petróleo, es mui relativo si seria mas conveniente trasportar el petróleo a los establecimientos actuales o el mineral a los yacimientos de petróleo. Un barril de petróleo, que contenga 24 galones, funde una tonelada de mineral, así que para resolverse sobre la colocacion de un establecimiento, habria que estudiar con detencion los respectivos fletes.

I. DÍAZ OSSA

Ingeniero Metalurjista, Miembro del A. I. M. E.



## Anotaciones sobre fundicion de cobre

PRINCIPALES ÚTILES DE ENSAYE I ANÁLISIS PARA UNA FUNDICION DE COBRE

(Conclusion)

12	matraces	para	ataques,	de	500	»
24	»	»	»	»	125	»
12	»	»	»	»	200	»
12	»	Erlenmeyer	»	»	200	»

- 6 matraces de cobre.
- 5 grs. hoja i alambre de platino.
- 1 crisol de platino.
- 6 embudos, 9 cm. diám.
- 12 tubos de ensaye.
- 1 probeta graduada, forma cónica de 250 c. c.
- 2 pipetas, 10 c. c.
- 2 pipetas, 25 c. c.
- 1 aparato madera, soporte tubos ensaye.
- 250 grs. tubos de vidrio, 8 mm. diám.
- 6 vidrios de reloj, 9 cm. diám.
- 6    "    "    "    10 cm. diám.
- 6    "    "    "    12,5 cm. diám.
- 1 cilindro graduado, sin tapa, 50 c. c.
- 250 grs. varillas surtidas de vidrio.
- 24 vasos vidrio, 60 c.c.
- 37   "    "    120 c. c.
- 36   "    "    200   "
- 12   "    "    350   "
- 12   "    "    500   "
- 2 cápsulas con mango, 7,5 cm. diám.
- 6   "    "    "    10   "    "
- 4   "    "    "    12   "    "
- 1 placa blanca de porcelana.
- 1 aparato para preparar SH<sup>2</sup>
- 1 yunque o bigornia, 1 kg.
- 1 estufa de petróleo.
- 1 porta copelas.
- 2 pares de pinzas.
- 1 alicate, 12,5 cm. para botones.
- 1 alicate grande.
- 1 martillo para botones.
- 1   "    "    escorias, 260 grs.
- 1 iman herradura, 15 cm.
- 1 molde para botones plomo.
- 1   "    "    lingotes.
- 1 paleta de 10 x 12,5 cm.
- 12 tapones goma surtidos.
- 1 soporte para bureta de madera.
- 1 soporte con 4 anillos.
- 10 paquetes filtros S & S, 597 surtidos.
- 1 mortero ágata con mano 10 cm. diám.
- 1 lente.
- 1 alambique para 20 lts. diarios.

- 500 crisoles Battersea, de 20 gramos.
- 500 crisoles Battersea, F.
- 100 escorificatorias, Battersea, 7,5 cm. diám.
- 1 plancha fierro para motor, mano de 50 × 60 cm.
- 1 par tenazas para crisol, de 75 cm.
- 1    »           »    copela, de 75 cm.
- 1    »           »    escorificatorias, de 75 cm

### Sección 3.<sup>a</sup>

- 30 grs. hoja de plata Q. P. (químicamente puro)
- 500   » ácido oxálico cristalizado Q. P.
- 500   » cloruro de calcio fundido.
- 30    » nitrato de cobalto Q. P.
- 250   » ferrocianuro de potasio, Q. P.
- 60    »           »           »           »
- 500   » tierra roja.
- 500   » solución silicato de sodio.
- 250   » cloruro estañoso, P.
- 125   » molibdato de amonio, Q. P.
- 60    » yoduro de potasio, Q. P.
- 500   » almidon.
- 2500   » hiposulfito de sodio.
- 12 cuadrados de aluminio.
- 10 kg. granallas zinc.
- 500 grs. permanganato de potasio, Q. P.
- 500 grs. fosfato de amonio, Q. P.
- 2 kgs. oxalato de amonio, Q. P.
- 125 grs. carbonato de sodio cristalizado, Q. P.
- 500   »           »           » amonio, Q. P.
- 2.5 kgs. argol, rojo.
- 1.5 kg. carbon en polvo, sauce.
- 500 grs. hoja de cobre, Q. P.
- 1.5 kgs. sulfato de cobre, P.
- 5 kgs. nitrato de potasio crist.
- 300 grs. ácido acético, Q. P.
- 3 lts. alcohol de grano.
- 10 kgs. amoníaco Q. P.
- 5 lts. alcohol de madera.
- 15 kgs. azogue.
- 3    » carbonato de sodio, puro, seco, en polvo.
- 8    » hoja de plomo, Q. P., 8 cm. ancho.
- 8    » sílice en polvo.
- 10   » carbonato de potasio.
- 50   » bicarbonato de sodio.

- 140 kgs. ceniza de hueso.
  - 25 » vidrio de bórax.
  - 40 » litarjirio Q. P., sin plata al ensaye.
  - 15 » plomo granulado, Q. P.
  - 15 » cianuro potasio, 98-99%.
  - 20 » ácido clorhídrico, Q. P.
  - 20 » » sulfúrico, Q. P.
  - 40 » » nítrico, Q. P.
  - 5 » fluospató.
- Precio aproximado—4.125 pesos de 10 peniques.

*Útiles para el ensaye de cobre por cianuro de potasio*

- 1 balanza para pesar hasta 5 Kgs., con sus pesos.
- 1 balanza para pesar hasta 50 gramos, sensibilidad  $\frac{1}{10}$  negro, con sus pesos.
- 1 mortero de ágata.
- 6 cápsulas de porcelana de 10 cm. diám.
- 2 pares de pinzas.
- 2 espátulas.
- 1 mortero de fierro.
- 4 tamices de 10, 20, 30 i 40 mallas por cm. lineal, cada uno.
- 12 matraces de vidrio de 500 c. c.
- 6 embudos Bunsen de 9 cm. diám.
- 6 baños de arena.
- 1 cilindro graduado de 10 c. c.
- 4 pipetas de 10 c. c.
- 1 probeta graduada de 250 c. c.
- 6 vasos de Bohemia de 250 c. c.
- 6 paquetes de filtros de 18 cm. diám,
- 6 vasos de Bohemia de 400 c. c.
- 1 mechero de petróleo.
- 250 gramos de tubos i varillas de vidrio.
- 2 buretas de 50 c. c. graduadas al  $\frac{1}{10}$ .
- 2 soportes de buretas.
- 6 vasos de 550 c. c.
- 1 muestreador.
- 1 plancha de fierro para moler.
- 1 placa de porcelana, blanca.
- 2 frascos color ámbar de 500 c. c.
- 1 frasco lavador de 500 c. c.
- 1 libretó con membretes.
- 2 libretos papel tornasol.
- 5 kgs. ácido sulfúrico comercial.
- 5 kgs. ácido clorhídrico comercial.

- 10 kgs. ácido nítrico, quím. puro.
- 500 grs. ácido sulfúrico, quím. puro.
- 5 kgs. amoníaco concentrado, quím. puro.
- 500 grs. cianuro de potasio de 98 %.
- 50 grs. de cobre en hoja, quím. puro.
- 5 litros de agua destilada.

Precio aproximado del total, \$ 750 de 10 peniques. A mas de lo anterior se necesita petróleo, que será fácil de conseguir en cualquier parte.

#### COMPOSICION DE LOS EJES

Consideraremos solo los de fierro i cobre.

Teóricamente son formados por una mezcla de  $S Cu_2$  i  $S Fe$ .

En realidad su análisis químico no revela tal composicion, que hasta ahora es incierta en cuanto se refiere a las combinaciones químicas que los forman. Es digno de observarse que la lei en azufre permanece casi constante en ejes de mui diversa lei en cobre.

Segun la composicion teórica se calculan las cargas de los hornos de fundicion; pero conociendo las características del horno, las cualidades de los minerales que funde i la composicion de los ejes que produce, es mas conveniente basarse en ésta que en la de la fórmula teórica.

Insertamos en seguida la composicion de algunos ejes, obtenida por análisis, i colocamos al lado la que se deduce por cálculo. *A* significa análisis; *C*, cálculo.

	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
Cu	28 %	— 28 %	35 %	— 35 %	51 %	— 51 %	60 %	— 60 %	70 %	— 70 %
Fe	35 ,	— 41,4 ,	30 ,	— 35,9 ,	18 ,	— 23,1 ,	13 ,	— 15,9 ,	5 ,	— 8 ,
S	23 ,	— 30,6 ,	23 ,	— 29,1 ,	23 ,	— 25,9 ,	23 ,	— 24,1 ,	20 ,	— 22 ,
	<hr/>		<hr/>		<hr/>		<hr/>		<hr/>	
	86		88		92		96		95	

Gran parte del defecto en la composicion de los ejes analizados corresponde al oxígeno que está combinado al fierro en forma de óxido magnético,  $Fe_3 O_4$ .

Anotamos los límites de la proporcion de diferentes constituyentes de los ejes (Matte Smelting, H. Lang, 1903, New York).

Fe	0,136	—	70,47 %	Mn	0—3 %	Ca	0—7 %
Cu	0	—	80	Ag	0—5	Ba	0—22
Pb	0	—	73	Au	0—0,11	S trazas	44
Zn	0	—	15	Pt	0—0,0018	As	0—52
Ni	0	—	55	Bi	0—1,26	Sb	0—60
Co	0	—	54	Mo	0—2,31		

#### PESO ESPECÍFICO DE LOS EJES

Es variable como su composicion química, de la cual depende. H. Lang, en su obra citada, agrupa los constituyentes desde este punto de vista, así:

- I. Sustancias con peso específico inferior a 4,7: Sulfuros de zinc, molibdeno, calcio i manganeso.
- II. Sustancias con peso específico entre 4,7 i 55: Sulfuros de bario, fierro, cadmio, níquel, cobalto i cobre, i óxido magnético de fierro.

III. Sustancias con peso específico entre 6 i 9: Sulfuros de plata, plomo i bismuto; arseniuros i antimoniuros, i sulfoarseniuros i sulfoantimoniuros de plata, cobre, bismuto, plomo, fierro, cobalto i níquel, i plomo, fierro i cobre metálicos.

Los pesos específicos de muchos de estos cuerpos son:

Sulfuro de zinc.....	4	
Sulfuro de calcio.....	4	
Sulfuro de manganeso.....	4.6	
Sulfuro de fierro.....	4.8	
Sulfuro de níquel.....	5.0	
Sulfuro de cobalto.....	5.7	
Sulfuro de cobre.....	5.8	
Sulfuro de plata.....	7.3	
Sulfuro de plomo.....	7.6	
Sulfuro de bismuto.....	7.2	
Sulfuro de arsénico.....	3.6	
Sulfuro de antimonio.....	4.5	
Arseniuro i antimoniuro de fierro.....	7.2	a 87
Arseniuro i antimoniuro de níquel.....	7.7	
Arseniuro i antimoniuro de cobalto.....	6.8	
Arseniuro i antimoniuro de cobre.....	7.6	
Arseniuro i antimoniuro de plata.....	9.4	
Sulfarseniuro i sulfantimoniuro de fierro.....	6.2	
Sulfarseniuro i sulfantimoniuro de níquel.....	5.8	a 7.1
Sulfarseniuro i sulfantimoniuro de cobalto.....	6.5	
Sulfarseniuro i sulfantimoniuro de cobre.....	4.4	
Sulfarseniuro i sulfantimoniuro de plata.....	5.6	
Sulfarseniuro i sulfantimoniuro de plomo.....	6.6	
Oxido magnético de fierro.....	5	

E. D. Peters en «Principles of copper smelting», Hill Pub. Co, 1907, N. York, da los siguientes ejemplos:

Porcentaje de cobre	— 13.62	— 43.00	— 60.22	— 80.00
Peso específico.....	— 4.80	— 5.18	— 5.42	— 5.55

PUNTO DE FUSION DE EJES

Gibb i Philip en «The constitution of mattes produced in copper smelting, Transactions Am. Inst. Mining Engineers, XXXVI. 665, publican las siguientes cifras al respecto:

Lei en cobre	Punto de fusion; grados centigrados
32.6.....	875
49.7.....	955
61.2.....	1070
71.7.....	1121
80.1.....	1098
Cobre metálico.....	1083

CONDUCTIBILIDAD CALORÍFICA DE ESCORIAS I EJES

Las escorias ácidas, metaloídicas, son peores conductoras del calor que las básicas, metálicas, i por eso aquéllas se enfrían con mas lentitud.

Los ejes de cobre son tanto mejor conductores del calor cuanto mas ricos son en este metal, i tanto mas rápidamente están espuestos a solidificarse.

EFFECTOS DE LA FUNDICION SOBRE LOS MATERIALES

(H. Lang, Matte Smelting, N. York, 1903)

MATERIAL	FUNDICION PIRITICA	FUNDICION EN REVERBERO	FUNDICION ORDINARIA EN HORNOS DE MANGA	NOTAS
<p><i>Compuestos de fierro:</i> (Oxidados) Hematita, limonita, magnetita, sulfuros i arseniuros tostados.</p>	<p>Reduccion por azufre o carbon a FeO i escorificacion como silicato. No se produce fierro metálico (<i>chanchos</i>).</p>	<p>Reduccion por azufre a FeO i escorificacion con la silice.</p>	<p>Reduccion por SoCa FeO, escorificacion por SiO<sub>2</sub>, o reduccion por Ca Fe que se combina al S para formar eje, o queda como Fe (<i>chanchos</i>).</p>	
<p><i>Fierro:</i> Metálico.</p>	<p>Oxidacion a FeO, con produccion de calor, i combinacion con SiO<sub>2</sub>.</p>		<p>Se une al S para formar eje. Precipita Pb metálico de los sulfuros fundidos.</p>	
<p><i>Manganeso:</i> Oxidos i carbonato.</p>	<p>Reduccion a MnO i union con SiO<sub>2</sub>.</p>	<p>Como en fundicion piritica.</p>	<p>Puede entrar al eje en pequeña proporcion. El resto se escorifica.</p>	<p>Puede sustituir al Fe en las escorias pero no en los ejes (?). Escorias mui fusibles i liquidas. Impide escorificacion del zinc (Hoffman). Reduce la proporcion del eje formado (Iles).</p>

<p><i>Cuarzo:</i> Libre o como silicato.</p>	<p>Con viento frío, se escorifica principalmente por FeO o MnO. Con viento caliente, probablemente se escorifica en gran parte por tierras alcalinas i alúmina.</p>	<p>Puede escorificarse por tierras alcalinas o alúmina, con óxidos de fierro i manganeso. Puede formar de 25 a 70 % de la escoria i mas.</p>	<p>Se escorifica como en el reverbero, formando la escoria silicatos de calcio (magnesio) u otros mas fusibles. En fundicion de plomo se debe escorificar con FeO (MnO) i CaO, i las escorias no tendrán ménos de 28 ni mas de 40 % de sílice.</p>	<p>Es indispensable en toda fundicion. Hasta cierto grado reemplazable por <math>Al_2O_3</math> i posiblemente por ácido titánico i fluor (véase Percy).</p>
<p><i>CaO:</i> Calcita i dolomita.</p>	<p>En silicatos formados con viento frío no debe exceder de 27% en la escoria. Con viento caliente talvez mas.</p>		<p>Forma silicatos. Pequeña parte se reduce a SCa i entra en el eje. Indispensable en fundicion de Pb i no excederá de 27% ni será inferior a 10% en la escoria.</p>	<p>Se dice que tiene el efecto de disminuir la pérdida de plata en la escoria. (Flujo para los óxidos de fierro.—Fast.)</p>
<p><i>Compuestos de magnesio:</i> Dolomita, talco, esteatita, etc.</p>	<p>Probablemente perjudicial con viento frío, pero mas manejable con viento caliente. Efectos ignorados.</p>	<p>Actúa lentamente i necesita mucho calor.</p>	<p>Perjudicial. Necesita altas temperaturas i mucho combustible.</p>	<p>Elevado poder fundente, i mucho consumo de combustible.</p>

EFFECTOS DE LA FUNDICION SOBRE LOS MATERIALES

(H. Lang, Matte Smelting, N. York, 1903)

MATERIAL	FUNDICION PIRÍTICA	FUNDICION EN REVERBERO	FUNDICION ORDINARIA EN HORNOS DE MANGA	NOTAS
<i>Espato pesado:</i> SO <sub>4</sub> Ba.	Descompuesto con formacion de silicato, si hai escorias ácidas i mucho calor. Con escorias básicas i poco calor, se elimina indeseado.	Descompuesto con volatilizacion del SO <sub>3</sub> i escorificacion del BaO.	Descompuesto. En parte reducido a SBa, que entra en el eje, en parte escorificado como silicato. Doble descomposicion entre SBa i SiO <sub>3</sub> Fe, formando SFe i SiO <sub>3</sub> Ba.	Escorias con bario son muy pesadas i muy líquidas; ejes con bario son livianos i la separacion es difícil. Se emplea con ventaja en fundicion pirítica.
<i>Yeso:</i> SO Ca.	Descompuesto. Volatilizacion de SO <sub>3</sub> i formacion de silicato de calcio.	Como el SO <sub>4</sub> Ba.		
<i>Plomo:</i> Oxidos, carbonatos, etc.	Pb recuperado solo parcialmente.	Pb escorificado. Pequeña extraccion.	Estraccion completa como sulfuro i plomo metálico.	Aumenta la fusibilidad i peso de las escorias en que entra.
<i>Cobre:</i> Compuestos oxidados.	Estraccion completa como eje.	Estraccion completa como eje.	Estraccion completa como eje, o incompletamente como cobre metálico, o aleado al plomo.	

<b>Cobre:</b> Sulfuros.	Estraccion completa como eje. S volatilizado en parte.	Como en fundición pirítica.	Estraccion completa como eje. Poco o nada de S volatilizado.	
<i>Blenda</i> (SZn)	Descomposicion completa. Zn sublimado i recojido como humos de ZnO. En parte sublimado, escorificado como ZnO i el resto arrastrado en el eje.	Principalmente arrastrado en el eje.	Parcialmente oxidado i escorificado, i en parte llevado por el eje. El resto volatilizado como Zn i recojido despues como ZnO.	Forma incrustaciones perjudiciales en los hornos de manga.
<b>Zinc:</b> Compuestos oxidados.	Se conduce como la blenda en presencia de azufre.	Escorificado.	Principalmente escorificado. En parte volatilizado.	
<i>Sulfuros de plomo:</i>	Oxidados. Pb volatilizado como sulfato i recojido en humos. En gran parte escorificado.	Oxidados i escorificados. Pequeña estraccion.	Estraccion completa como sulfuro en el eje. Descompuesto por Fe, con produccion de Pb.	
<b>Alúmina:</b>	Diffcil fusion. Perjudicial con viento frío. Manejado con mas facilidad con viento caliente.	Disminuye la fusibilidad.		

EFFECTOS DE LA FUNDICION SOBRE LOS MATERIALES

(H. Lang, Matte Smelting, Nueva York, 1903).

MATERIAL	FUNDICION PIRÍTICA	FUNDICION EN REVERBERO	FUNDICION ORDINARIA EN HORNO DE MANGA	NOTAS
<i>Pirita:</i> $S_2Fe$ .	Un átomo S volatilizado sin oxidacion Fe oxidado i el FeO escoriificado. S oxidado a $SO_2$ i algo a $SO_3$ . Parte indescompuesto entra al eje.	Volatilizacion de un átomo de S. Fusion del resto para formar eje.	Absorcion de metal por un átomo de S para formar eje con el resto, de SFe.	
<i>Arsénico:</i>	Descomposicion completa. Oxidacion. Pérdida de plata por volatilizacion. Recuperacion de arsénico como $As_2O_3$ .	Volatilizacion parcial como sulfuro i óxido. El resto entra al eje.	Produccion de arseniuro que va al eje en parte.	Fácilmente espulsados en la fundicion pirítica.
<i>Antimonio:</i>	Se conduce como el As. Probable volatilizacion de As i Sb como sulfuros. Comportamiento no bien estudiado.	Se conduce como el As.	Se conduce como el As.	Impurifica los productos de Pb i Cu.
<i>Azufre i sulfuros:</i>	Se volatiliza azufre metatómico, i como $SO_2$ i $SO_3$ .	Parte se volatiliza como $SO_2$ (i $SO_3$ ?). El resto se incorpora al eje. Reacciones entre óxidos (i sulfatos) i sulfuros, con eliminacion de azufre.	Débil volatilización. El resto entra en el eje.	

## ESTIMACION DE ALTAS TEMPERATURAS

## Colores de incandescencia en ladrillos refractarios:

Rojo incipiente en la oscuridad .....	525°C
Rojo oscuro.....	700
Rojo cereza oscuro.....	900
Rojo cereza claro .....	1000
Amarillo anaranjado.....	1100
Amarillo. ....	1200
Amarillo claro.....	1300
Blanco.....	1400
Blanco deslumbrante.....	1500

## Colores de incandescencia en el fierro (Pouillet):

Violeta, púrpura i azul oscuro.....	261°C
-------------------------------------	-------

Entre 261° i 370° pasa a azul claro, verde mar, i desaparece despues.

Empieza a cubrirse con una delgada capa de óxido.	500
Comienza el rojo naciente.....	525
Rojo sombrío.....	700
Cereza naciente.....	800
Cereza.....	900
Cereza claro.....	1000
Amarillo oscuro.....	1100
Amarillo claro.....	1200
Blanco. ....	1300
Blanco brillante.....	1400
Blanco deslumbrante.....	1500

## COMPARACION ENTRE LA FUNDICION EN HORNOS DE MANGA I DE REVERBERO

(The Metallurgy of Common Metals, L. S. Austin)

La produccion del horno de manga es superior a la del de reverbero.

La escoria del horno de manga jeneralmente es mas limpia de cobre. Dicho horno permite una operacion continúa en su carga i descarga. Emplea ménos combustible, aunque es mas caro (coke). En la fundicion pirítica el gasto de coke se reduce fuertemente.

El horno de manga soporta escorias mui básicas. Puede elevar la lei del eje por combustion del azufre, sin tuesta previa.

El horno de reverbero puede fundir llampos, que experimentan pérdida por arrastre en el horno de manga. Donde la hulla es barata, el costo de fundicion puede ser inferior en el horno de reverbero. Las escorias pueden ser

# HOJA DE COMPRA-VENTA DE MINERALES

VALPARAISO, 29 MARZO, 1909.

SEÑOR

VENDIÓ Á

**COMPañIA DE FUNDICION DE COBRE**

MINERALES DE BRONCE, LLAMPOS

ENTREGADOS EN VALPARAISO

MINA M. N.

FECHA	N.º del Carro o pila	Clase de Mineral	Peso en Kgs.	Hume- dad %	Peso neto Kgs.	LEYES %			Contiene fino Kgs.	Precio de la unidad Pesos por tone- lada	Importe pesos
						Comprador	Vendedor	Diferencia			
29, Marzo, 1909	4827		13.926	1.5	13.718	9.4	9.6	0.2	1303,21	73,00	95.13

Modelo para pirquineros:

Pirquinero..... entregó:

FECHA	Número de la muestra	Clase de Mineral	Peso en Kgs.	Humedad %	Peso neto en Kgs.	Lei	Precio por tonelada	DEBE	HABER	NOTAS
	28	Bronces	2.600	1.0	2.574	9.1	50.70		130.50	
Fletes .....								6.30		
Importe de ensayes.....								2.50		
Artículos entregados por cuenta de minerales .....								10.00		
Saldo para igualar .....								111.70		
								\$ 130.50	\$ 130.50	
Saldo pagado.....									\$ 111.50	

BOLETIN DE LA SOCIEDAD

HOJA DE EMSAYES Y ANALISIS DE MINERALES (1)

28, enero, 1909.

Fecha de la muestra	N.º de la pila o del carro	Mina, mineral y dueño	Clase de mineral	Peso con humedad Kgs.	Humedad %	Cu %	Ag. gramos por tonelada	An. gramos por tonelada	Insoluble %	Si O <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Ca O %	Fe %	S %	Observaciones
24, Enero, 1909	235	A B C	Color despinte	10583	2	8,9	23	3	52,1	—	—	3.1	20.2	—	

FIRMA DE LOS QUÍMICOS

HOJA DE ANALISIS DE ESCORIAS Y EJES (1)

30, mayo, 1909.

Fecha de la muestra	N.º de la pila o del carro	Horno, convertidor, etc.	Si O <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe O %	Ca O %	Cu %	S %	Fe %	Observaciones
26, Mayo, 1909	59	Horno N.º 1 escoria de la noche.	42.0	8.5	28.4	18.3	0.6	—	—	
26, Mayo, 1909	125	Horno N.º 2, eje al convertidor, sangria número 239.....					48.3	23.1	23.2	

FIRMA DE LOS QUÍMICOS

(1) Habrá libros de ensayos y análisis con hojas duplicadas; una hoja se enviará al metalurgista; la otra quedará en el libro del laboratorio. Las copias se hacen con papel de calco.

HOJA DIARIA DE LA CANCHA DE LOS HORNOS

(Trabajos con lechos de fusion)

10, marzo, 1908

COMPOSICION DE LOS CONJUNTOS (MEZCLAS) O CARGAS DE LOS HORNOS														PRODUCTOS			
Carro de mineral 800 kgs. Carro de Coke 450 kgs.	Coke	Bronces	Bronces	Color revuelto	Color revuelto	Color tofofo	Color ferruji- noso	Color fierro	Color quijsoso	Color calizo	Carbo- natos de calcio	Escoria de con- vertido- res	Ejes	Escoria N.º de carros	Escoria N.º de la sangria	Eje' Hora de la san- gria	Observaciones
Conjunto número 4....	35 (1)	22	5	5	5	5	5	5	—	4	8	5					Tamaño de las carro: Toneladas: 2.500 kgs. y 250 kgs. coke. Se hacen las cargas: cada 30 minutos
Conjunto número 5....		21	5	5	5	5	6	5	3	—	11	5					
.....																	
.....																	
Agregado aparte.....											3	4	5				
Total.....	35	43	10	10	10	10	11	10	3	4	22	14	5				

OPERARIOS	Dia	Noche	OPERARIOS	Dia	Noche	Tarde	OBSERVACIONES
Mayordomos.....	1	2	Arrimadores.....	3	3	3	Total de operarios en 24 horas: 45 hombres.
Conjunteros.....	10	..	Cargadores.....	2	2	2	
Estendedores.....	3	..	Labio de escoria.....	1	1		
Escorieros.....	2	2	Oficiales.....	1	1		
Para el eje.....	2	2					

(1) Los números indican carros.

FIRMA DEL MAYORDOMO DE LA CANCHA

NOTA.—El manograma del aire para los hornos será suministrado al metalurjista por el jefe de la seccion de las máquinas. Si no hai aparato inscriptor se anotará la presion del viento en columna especial.

ménos fusibles i tener trozos crudos de cuarzo, purificados de su cobre, plata i oro.

Las reparaciones del horno de reverbero son de mayor precio.

Ambos hornos tienen sus inconvenientes: el de manga puede enfriarse, i en el de reverbero puede ser difícil alcanzar la temperatura necesaria.

La escoria i eje del horno de reverbero se sangran intermitentemente con pérdida de calor i de tiempo.

El grado del eje en el horno de reverbero es fijo. En el de manga puede hacerse variar con el volúmen del aire soplado.

**MEMBRETE DE UN PAQUETE DE MUESTRA DE MINERALES**

*Sociedad de Fundiciones de Cobre*

Mina .....  
 Dueño.....  
 Muestra de.....  
 .....  
 Peso..... Kgs. ....  
 Paquete N.º.....  
 Fecha.....  
 Firma.....

**COMPOSICION DE LAS ESCORIAS**

Oscila entre estensos límites, que indicamos para los constituyentes comunes en casos efectivos.

SiO <sub>2</sub>	20—65 %	CaO	0—40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0—24	MgO	0—15
MnO	0—45	ZnO	0—22
FeO	0—70	BaO	0—52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0—10	K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	0— 5

No creemos necesario indicar la composición de las variadísimas escorias que producen los hornos de fundición. El fundidor podrá modificar experimentalmente sus lechos de fusión, para lo que la lista precedente le puede servir de base. Deberá tener presente que:

La temperatura de fusión i formación de la escoria deberá ser menor que la de reducción de los óxidos de fierro a fierro metálico (el cual debe escorificarse) i superior a la de reducción de los óxidos de cobre a cobre o sulfuro (para evitar su corificación).

Las tablas que indican la relación en peso de las bases i ácidos en las escorias para formar los diferentes silicatos, uni, bi, sesqui, no las creo interesante. Al fundidor no le interesa producir escorias de bonita o simple composición química sino escorias comercialmente económicas, i éstas no concuerdan con aquéllas, que yo considero sin valor útil.

## PESO ESPECÍFICO DE LAS ESCORIAS

Indicamos el peso específico aproximado de los principales constituyentes de las escorias (H. Lang, obra citada).

Monosilicatos de fierro, manganeso i zinc.....	4
Bisilicatos de fierro, manganeso i zinc .....	3.5
Silicatos básicos de aluminio.....	3.2 a 3.4
Silicatos ácidos de aluminio.....	3 a 3.2
Silicatos de magnesio.....	3 a 3.3
Silicatos de calcio.....	2.6 a 3.3
Salicatos alcalinos.....	2.5
Sílice.....	2.6
Bisilicato de bario.....	4.4
Silicato de plomo.....	7
Sulfuro ferroso.....	4.8
Sulfuro de calcio.....	4
Oxido magnético de fierro.....	5
Sulfato de bario.....	4.5

## TABLAS DE LA PRESION DEL AIRE EN LA FUNDICION I CONVERSION

La presión del aire en los hornos de fundición se mide en centímetros de mercurio i en centímetros de agua (que equivalen a gramos por centímetro cuadrado). Indicamos la relación entre éstas i su equivalente en onzas por pulgada cuadrada, sistema usado por los anglosajones.

1 cm. de mercurio equivale a 13.6 cm. de agua.

1 cm. de agua equivale a 0.0735 cm. de mercurio.

1 cm. de mercurio equivale a 3.11 onzas por pulgada cuadrada.

1 onza por pulgada cuadrada equivale a 0.3215 cm. de mercurio.

1 cm. de agua equivale a 0.2275 onzas por pulgada cuadrada.

1 onza por pulgada cuadrada equivale a 4.38 cm. de agua.

Centímetros de mercurio	Centímetros de agua	Onzas por pulgada cuadrada	Centímetros de mercurio	Centímetros de agua	Onzas por pulgada cuadrada
2.0	27.2	6.22	1	55.8	12.75
1	28.6	6.53	2	57.1	13.06
2	29.9	6.84	3	58.5	13.37
3	31.3	7.15	4	59.8	13.68
4	32.6	7.46	5	61.2	14.00
5	34.0	7.77	6	62.6	14.31
6	35.4	8.08	7	63.9	14.62
7	36.7	8.39	8	65.3	14.93
8	38.1	8.70	9	66.6	15.24
9	39.4	9.02	5.0	68.0	15.55
3.0	40.8	9.33	1	69.4	15.86
1	42.1	9.64	2	70.7	16.17
2	43.5	9.95	3	72.1	16.48
3	44.9	10.26	4	73.4	16.79
4	46.2	10.57	5	74.8	17.10
5	47.6	10.88	6	76.2	17.41
6	48.9	11.19	7	77.5	17.72
7	50.3	11.50	8	78.9	18.03
8	51.6	11.81	9	80.2	18.34
9	53.0	12.12	6.0	81.6	18.66
4.0	54.4	12.44			

En los convertidores la presión se indica en kilogramos o gramos por centímetro cuadrado, cuyo equivalente damos en letras por pulgada cuadrada, usadas por los anglosajones.

1000 gramos por cm. cuad. equivalen a 14.2228 libras por pulg. cuad.

1 lb. por pulg. cuad. equivale a 70 gramos por cm. cuad.

Gramos por cm. cuadrado	Libras por pulgada cuadrada	Gramos por cm. cuadrado	Libras por pulgada cuadrada
300	4.26	950	13.51
350	4.97	1000	14.22
400	5.68	1050	14.93
450	6.40	1100	15.64
500	7.11	1150	16.35
550	7.82	1200	17.07
600	8.53	1250	17.78
650	9.24	1300	18.49
700	9.96	1350	19.20
750	10.67	1400	19.91
800	11.38	1450	20.62
850	12.09	1500	21.33
900	12.80		

## La electro-fundicion de minerales de cobre i su aplicacion en Chile

Bajo el título de «Las fuerzas hidráulicas de Chile», se ha publicado en el último número de este Boletín, un estudio del Directorio de la Sociedad Nacional de Minería relativo al aprovechamiento de la fuerza motriz hidráulica de nuestros ríos i sus aplicaciones a la industria, minería, metalurjía, etc.

La actualidad de este tema, i su gran importancia en el futuro desarrollo de la riqueza nacional, nos ha inducido a contribuir con nuestro modesto contingente a esta obra de tan trascendental importancia.

Vamos a ocuparnos de una de las muchas aplicaciones de la energía eléctrica derivada de la fuerza motriz hidráulica: la electro-fundicion de minerales de cobre i su aplicacion en nuestro país.

El problema de utilizar la energía eléctrica en forma de calor, es cosa que ha preocupado a los hombres de ciencia desde muy antiguo. Ya, en 1815, desde que la electricidad daba sus primeros pasos, W. H. Pepys hizo experiencias en este sentido.

Desde entonces hasta hoy con el gran perfeccionamiento de las máquinas eléctricas modernas, los procedimientos electrotérmicos han progresado en una forma verdaderamente inusitada.

Aunque muy interesante la historia de la evolución del horno eléctrico, no es el caso de ocuparnos de ella en este lugar i nos limitaremos a tomar el asunto en el estado en que se encuentra en nuestros días.

Son muchos los investigadores que se han ocupado de esta moderna forma de la metalurjía i por consiguiente son innumerables también los diversos tipos de horno eléctrico que se han ideado; i sería largo e inoficioso repetir aquí la descripción de estos hornos, que pueden encontrarse en las obras de Moissan, Borchers, Stansfield, Wright i tantos otros. Sin embargo, creemos de utilidad dar la clasificación más generalmente aceptada que se hace de los hornos eléctricos para facilitar las referencias que han de hacerse más adelante.

Los hornos eléctricos se clasifican en

1.º Hornos de arco, en los cuales el calor es producido por un arco voltaico que se provoca entre dos electrodos Fig. 1.

2.º Hornos de resistencia, en los cuales el calor es producido por el paso de la corriente eléctrica al atravesar la materia por tratar.—Fig. 2.

3.º Hornos de resistencia especial, cuyo calor se deriva del paso de la corriente por una resistencia especial colocada dentro del horno, generalmente esta resistencia está constituida por una varilla de carbon, o bien por trozos de carbon colocados entre los electrodos Fig. 3.

4.º Hornos de induccion. El calor es jenerado por el paso de una corriente eléctrica de gran intensidad al través de la materia por tratar colocada en un crisol anular que constituye el circuito secundario de un transformador Fig. 4.

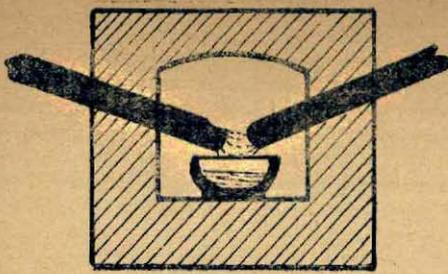


Fig. 1

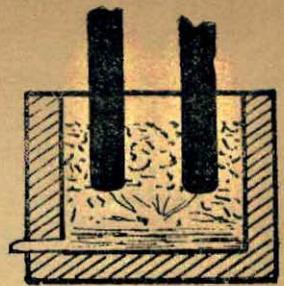


Fig. 2

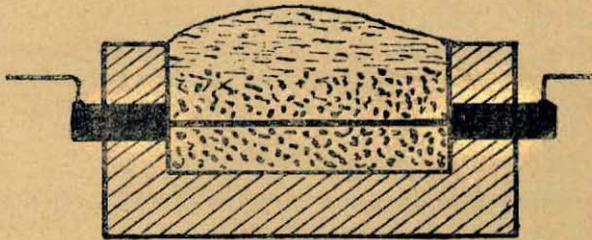


Fig. 3

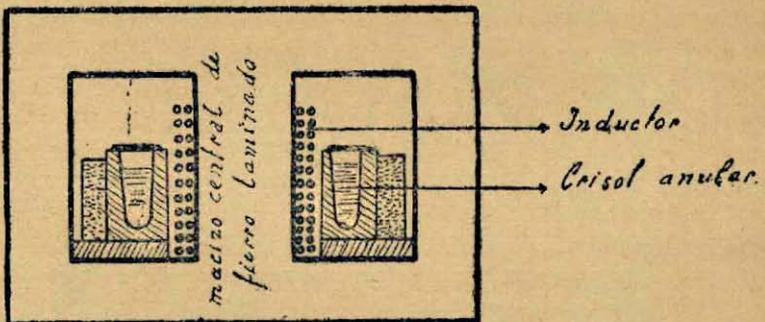


Fig. 4



Examinemos ahora el estado actual de estos procedimientos termo-eléctricos. El empleo del horno eléctrico se ha jeneralizado, o mas bien dicho se ha impuesto en la fabricacion de ferro-aleaciones i de aceros especiales por sus grandes ventajas tanto económicas como bajo el punto de vista de la excelente calidad de los materiales en él obtenidos. En la actualidad este problema de la fabricacion de ferro-aleaciones i aceros especiales en el horno eléctrico preocupa mucho a los técnicos, como se puede ver por los muchos trabajos sobre este tema presentados en el último meeting de la «American Electrochemical Society».

No queremos tratar aquí de las múltiples aplicaciones del horno eléctrico en la fabricacion de materiales refractarios, grafito, i una infinidad de otros productos químicos que consumen gran cantidad de energía eléctrica en forma de calor con resultados sorprendentes.

Una de las aplicaciones mas modernas del calor eléctrico, es el tratamiento de los minerales en vista de la obtencion de los metales i este es el punto de que vamos a ocuparnos.

Se han hecho numerosas esperiencias i en escala industrial, con minerales de fierro para obtener fundicion i aun acero directamente. El resultado de todas estas esperiencias ha venido a probar la conveniencia económica de este procedimiento en condiciones locales especiales. En Norte América, i especialmente en el Canadá, hai varios planteles de beneficio electro-térmico de minerales de fierro en vías de ejecucion i probablemente, en estos momentos, ya en funcionamiento, despues de haber probado estos procedimientos en escala industrial con todo éxito.

Por lo que toca al cobre tambien se han realizado esperiencias, en escala industrial, las que han probado igualmente las grandes ventajas de la fundicion eléctrica de estos minerales dadas las condiciones locales favorables.

Estas condiciones locales se refieren al costo relativo del carbon i de la energía eléctrica en cada localidad. Mas adelante analizaremos estas condiciones en nuestro país.

El rol de la electricidad en la fundicion de minerales se limita pura i exclusivamente a su accion calorífica, su accion química electrolítica no interviene en forma apreciable, de modo que no debe tomarse en cuenta. Debe, por consiguiente, estimarse la energía eléctrica solo por su valor como combustible neutral (decimos neutral, para diferenciarla de la jeneralidad de los combustibles, que ademas de su accion calorífica tienen accion reducente sobre los compuestos oxidados). Comparemos bajo el punto de vista térmico la energía eléctrica i el carbon, que es el combustible mas empleado en la fundicion de minerales:

Tenemos:

1 ton. de carbon.....	=	8.000.000 calorías
1 caloría .....	=	4.190 joules
1 ton. de carbon.....	=	4.190×8.000.000
1 » » .....	=	33.520.000.000 joules (1)
1 kilowatt.....	=	1.000 wts.=1.000 joules p. seg.

1 año... ..	=	31.557,600 segundos
1 kilowatt año.....	=	31.557,600 × 1.000
1    »	=	31.557,000.000 joules (2)

Como rara vez el carbon tiene 8.000 calorías, como se ha supuesto en el cálculo anterior, se pueden igualar los valores de (1) i (2); resultando que

$$1 \text{ kilowatt año} \dots \dots \dots = 1 \text{ tonelada de buen carbon}$$

Pero no todo el calor contenido en una tonelada de carbon es aprovechable en la fundicion, como asimismo no lo es el producido por la enerjía eléctrica. Interesa por consiguiente conocer hasta qué punto son utilizables uno i otro i aquí surge la cuestion del rendimiento de los hornos empleados en uno i otro caso. Desde luego podemos adelantar que el rendimiento de los hornos eléctricos es muchísimo superior al de los hornos de combustion, como lo prueba el siguiente cuadro dado por el profesor J. W. Richards:

#### RENDIMIENTO DE LOS HORNOS

Hornos de crisol, para acero, calentados con coke...	2 a 3 %
»  de reverbero, para fundir metales.....	10 a 15 »
»  de manga.....	30 a 50 »
»  eléctricos industriales.....	60 a 85 »

Con estos datos podremos establecer, que para el caso de la fundicion en hornos de manga

1 kilowatt año equivale a 2 toneladas de buen carbon.

Lo que viene a resolver, suponiendo las demas condiciones iguales, sobre la ventaja de uno u otro sistema de fundicion es el precio relativo del kilowatt año i de su equivalente en coke, es decir 2 toneladas de coke.

En lo que sigue trataremos de establecer esta comparacion en las condiciones particulares de nuestro pais. Pero ántes de seguir adelante, examinaremos lo que se ha hecho en el sentido de la fundicion eléctrica de minerales de cobre, hasta hoi.

Las únicas esperiencias que al parecer \* se han hecho hasta hoi sobre electro-fundicion de minerales de cobre i en escala verdaderamente industrial, son las llevadas a cabo en la usina de Livet (Francia) ante una comision de ingenieros metalurjistas de diversos paises. Los detalles completos de las esperiencias se encuentran en un artículo del señor Vattier en el «Boletin de la Sociedad Nacional de Minería», del 30 de setiembre de 1903 i en una conferencia dada, por el señor A. Keller ante el «Iron and Steel Institute».

Creemos de interes reproducir aquí los resultados de estas esperiencias; de las cuales ha quedado como constancia un acta firmada por los ingenieros que las presenciaron.

(\*) Decimos al parecer, porque todos los libros i revistas que hemos consultado al respecto no citan sino las esperiencias mencionadas.

La operacion se efectuó con minerales de cobre, con 7% de lei, procedentes de Chile (El Volcan) en un horno ideado por Mr. Keller, que se componia de un crisol de 1.<sup>m</sup> 80 de largo, 0.<sup>m</sup> 90 de ancho i 0.<sup>m</sup> 90 de alto, dentro del cual se introducian dos electrodos de seccion cuadrada de 0. 30 por lado, en este crisol se producía la fusion de la carga; la que despues de fundida caia a un antecrisol de 1.<sup>m</sup> 20 x 0.<sup>m</sup> 60 x 0.<sup>m</sup> 60 calentado por dos electrodos 0.<sup>m</sup> 25 por lado i en el cual se efectuaba la separacion del eje i de la escoria.

El lecho de fusion tenia la siguiente composicion:

SiO <sub>2</sub> .....	23,7
Fe .....	28,5
Mn .....	7,6
Ca Co <sub>3</sub> .....	11,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	4,0
Cu.....	5,1
S.....	4,12

Se fundieron 8,000 kg. de esta carga (colpas i llamos juntos), en ocho horas con una potencia de 500 kw. en corriente alterna con las siguientes caracteristicas:

$$I = 4,750 \text{ amperes} \qquad E = 119 \text{ volts.}$$

$$\cos \phi = 0,9$$

Los productos obtenidos tenian la siguiente composicion:

Escoria		Eje	
SiO <sub>2</sub> .....	27,2	Cu.....	47,9
CaO .....	9,9	Fe.....	24,3
Fe.....	32,5	S.....	22,9
AlO <sub>3</sub> .....	5,2		
Um .....	8,2		
Cu.....	0,1		

El gasto de los electrodos de carbon fué de 6 a 7 kg. por tonelada de mineral fundido. Se agrega que los electrodos eran de mala calidad; con buenos electrodos este gasto puede bajar a 5 kg.

La marcha fué del todo normal durante la esperienciam.

Por nuestra parte, en compañía de los señores Maximino Olivares i Guillermo Acuña, hemos hecho en el mes pasado una esperienciam de fundicion eléctrica en pequeña escala con minerales de cobre de Naltagua.

Aunque no pretendemos deducir de nuestras esperienciam datos aplicables a las operaciones en grande escala de la industria, cosa solo posible cuando se experimenta con material adecuado i en condiciones comparables con las de la

industria en cuanto se refiere a los hornos i maquinaria eléctrica; creemos que puede ser interesante el darlas a conocer en este lugar.

Disponíamos, para el caso, en el Laboratorio de Química de la Universidad de Chile, de:

Un transformador, construido por la Sociedad Nacional de Electricidad de Santiago; cuyas características son: un motor eléctrico, shunt, tetrapolar, alimentado por la red de la C.<sup>a</sup> de Tracción i Alumbrado Eléctricos, de 440 volts. 60 amperes i 1.400 revoluciones por minuto; acoplado directamente a un dinamo auto-excitatriz de 95 volts. 200 amperes i 1.400 revoluciones por minuto, con circuito alterno i continuo.

Un horno eléctrico del tipo de resistencia representado en fig. 5 con crisol de carbon conductor que sirve de electrodo, mientras que el otro electrodo es central i movable a voluntad, en sentido vertical, para regularizar el paso de la corriente. Su capacidad es de un decímetro cúbico, i en su parte inferior tiene un solo agujero de colada tapado por una varilla de carbon.

Dentro del pequeño horno, i en la forma representada en la figura, se cargaron 500 gramos de mineral procedente de Naltahua en trozos cuyo tamaño variaba entre 3 cms, i polvo fino. La composición del mineral era la siguiente

SiO <sub>2</sub> .....	37,9
Ca CO <sub>3</sub> .....	33,91
FeO .....	8,86
Cu .....	5,92
S .....	

Pequeños trozos de coke interpuestos entre el electrodo superior i el fondo del crisol conductor, permitian el establecimiento de la corriente al iniciar la operacion.

El horno se intercaló en el circuito alterno del transformador i despues de 4 minutos durante los cuales se mantuvo una corriente de 220 ampéres con 60 volts., por término medio, la carga estuvo completamente fundida. Se sangró ej todo en un crisol ordinario de arcilla calentado previamente al rojo sombrío i se dejó enfriar, despues de lo cual, roto el crisol, obtuvimos en el fondo un grueso boton de eje bien separado de la escoria mui homogénea.

El análisis de estos productos dió el siguiente resultado:

Escoria		Eje	
SiO <sub>2</sub> .....	44,2%	Cu .....	66,5
CaO .....	40 ,	Fe .....	28,5
FeO .....	7,58	S .....	
Cu .....	0,04 (*)		

(\*) La lei en cobre de la escoria (0,04%) no nos merece entera fé a causa de la siguiente observacion que pudimos hacer: al moler la escoria en el mortero de ágata para atacarla, notamos algunos trozos maleables que eran indudablemente trocitos de eje (maleable a causa de su alta

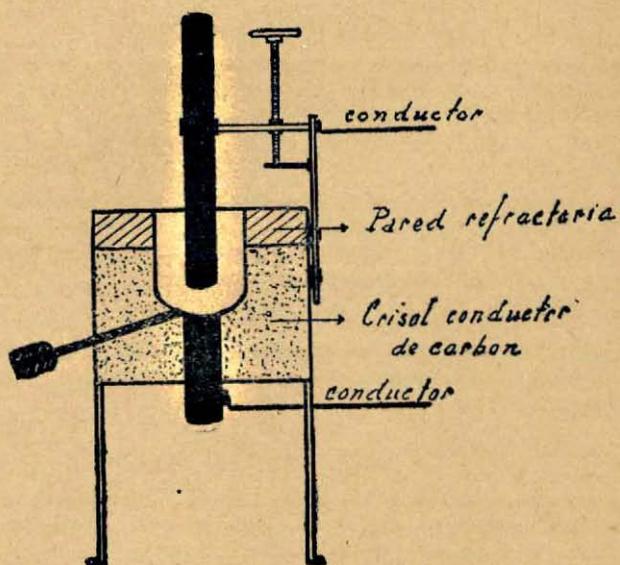


Fig. 5



La marcha fué perfectamente regular i tranquila durante la operacion. El gasto de electrodo no pudo determinarse dada la corta duracion de la operacion.

El consumo de enerjía para fundir los 500 gramos de mineral fué de

$$\frac{220 \times 0 \times 4 \times 0,9}{60 \times 1.000} = 0,79 \text{ kilowatt hora}$$

Luego 1 kg.-de mineral necesaria para fundirse  $0,79 \times 2 = 1,58$  kilowatt-hora.

Comparando este resultado con los de las esperiencias, hechas en Livet en escala industrial, tenemos que para el caso de Livet, se fundieron 8.000 kg. en 8 horas con una potencia de 500 kilowatt, lo que significa un consumo de

$$\frac{5}{80} = 0,5 \text{ kilowatt hora por kg. de mineral fundido.}$$

Como se ve en nuestra esperiencia, hemos obtenido un consumo de enerjía tres veces superior al obtenido en Livet; este resultado no debe estrañarnos si se toma en cuenta que nuestra operacion fué realizada en pequeníssima escala, en forma discontinua i sin tomar ninguna precaucion en el sentido de economizar enerjía, evitando las pérdidas de calor, etc.

Como decíamos al empezar esta descripcion, no pretendemos con esta esperiencia deducir datos aplicables a la industria; nuestro propósito era únicamente observar la marcha del procedimiento, de lo cual hemos quedado perfectamente satisfechos.

Pensamos llevar adelante nuestras esperiencias hasta donde lo permitan los escasos medios de que disponemos.

J. BLANQUIER.

(Continuará)

lei en cobre i fierro) los que en la imposibilidad de ser molidos no han podido incorporarse en la masa de la escoria i por consiguiente han falseado el resultado del análisis por cobre de la escoria. En este caso nos parece que la lei en cobre ha resultado demasiado baja; posiblemente en condiciones normales esta lei no subiria en ningun caso de 0,1%.

Boletín de precios de minerales, productos metalúrgicos, salitre, combustibles, fletes i tipo de cambio internacional, durante el mes de setiembre de 1909.

## COTIZACIONES EN LONDRES

## COBRE — PLATA — SALITRE

FECHAS	COBRE EN BARRA a 3 meses	PLATA EN BARRA a 2 meses	SALITRE
	La ton. inglesa	Peniques p/. onza troy	Chelines por qq. español
Setiembre 2.....	£ 60. 1.3	23 7/8	8.6
» 9.....	59.17.6	23.3/4	8.5
» 16.....	59.11.3	23.3/4	8.5
» 28.....	59.17.6	23.11/16	8.4
Término medio del mes.....	59.16.10	23.11/16	8.5

## COTIZACIONES EN VALPARAISO

## COBRE

FECHAS	Cotizacion europea	Cambio	PRECIO DE LOS 100 KS. LIBRE A BORDO.			FLETE POR VAPOR	
			Barra	Ejes 50%	Minerales 10%	A Liverpool o Havre, sh. p/ t/.	A New York dollars p/ ton.
Setiembre 10.....	£ 59.10.0	10,7/32	\$ 127,40	53,15	6.75	30	\$ 8,75
» 24.....	60. 0.0	10.11/16	127,00	53,06	6.73	30	8,75
Término medio del mes...	.....	10.1/2	127.20	53,09	6.74	.....	.....

## PLATA—SALITRE—CARBON

FECHAS	PLATA	SALITRE		CARBON		
	Kgm. fino libre a bordo m/c.	95% al costado del buque, sh. por qq español	Flete por buque de vela sh. por ton.	Cardiff Steam	Hartley Steam	Australia
Setiembre 10.....	\$ 77,87	6.10	18.0	28.6 a 30.6	25.6 a 26.0	26.6 a 27.0
» 24.....	76,07	6.10	20.0	28.6 a 30.0	24.6 a 25.6	25.6 a 26.6
Término medio del mes.....	76,72	6.10	19.4	.....	.....	.....

