

BOLETIN MINERO

DE LA

Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

SUMARIO

	Pájs.
Tratamiento Químico del Agua de Alimentacion de las Calderas.....	297
Tratamiento hidro-eléctrico de Minerales de cobre.....	305
Refinacion del Tungsteno i del Molibdeno.....	312
Química Analítica.....	314
Revista Quincenal.....	331
Informes Consulares.....	335
Rocas del Volcán Osorno.....	338
Indice jeneral del Boletín de la Sociedad Nacional de Minería.....	351

Tratamiento Químico del Agua de Alimentación de las Calderas (1)

I. INTRODUCCION

Uno de los elementos mas importantes en la producción de energía por medio de la máquina de vapor es el agua que se emplea en la caldera. Consúmense en el mundo muchos millones de litros de agua para tal fin, i así es natural que la calidad de este valioso agente haya sido objeto de numerosas i concienzudas investigaciones. Sin embargo, hai relativamente pocos dueños de máquinas o instalaciones de vapor que se den cuenta de la importancia del asunto, con el resultado de que sufren pérdidas considerables que disminuyen en mucho el rendimiento de sus máquinas i talleres. La presencia de unos pocos granos de materia sólida suspendidos en el agua de alimentacion, aun imperceptibles a la simple vista, es por muchos considerada como factor poco importante en el funcionamiento de una caldera; i sin embargo, cuando se analizan los efectos de estas im-

(1) Tomado del «Ingeniero Contratista».—Febrero, Marzo 1920.

purezas, se ve que lo que se creía una bagatela es un obstáculo de grandes dimensiones. La purificación del agua de alimentación es pues asunto de sumo valor práctico, i quien lo estudie con detenimiento i haga uso de los conocimientos que adquiera no dejará de hacer grandes economías.

Como consecuencia de la ebullición i de la concentración constantes que se verifican en la caldera, resultan cuatro efectos perjudiciales distintos. El primero, i quizá el más importante, es la formación de escamas o incrustaciones. Todas las aguas naturales contienen materias sólidas en disolución, las cuales, cuando el agua se evapora, se va acentuando o precipitando en forma de incrustaciones. Estos depósitos ofrecen al calor una resistencia veinte o treinta veces mayor que la del hierro, i, aunque en la parte exterior de un tubo serían excelentes aisladores para impedir el escape del calor, en el interior de la caldera son sumamente perjudiciales. No solamente disminuye en rendimiento la capacidad de la caldera, sino que, lo que es peor, impiden que el agua se ponga en contacto con la superficie de los tubos, los cuales se recalientan i se revientan, con los perjuicios consiguientes.

A las incrustaciones sigue en importancia la corrosión, debida al uso de aguas que contienen ácidos, sales ácidas fuertes, aceites grasos o materia orgánica. Además, el agua destilada i el vapor condensado tienen la tendencia a disolver el hierro, i cuando se emplee deben diluirse con agua natural. Los daños causados por la corrosión son manifiestos.

Ciertas impurezas del agua de alimentación pueden causar la formación de espuma o el arrastre de agua por el vapor, resultando de esto último que la cámara de vapor se llena de una mezcla de vapor i partículas de agua suspendidas. Estos dos defectos ocurren generalmente juntos i se manifiestan por el ascenso i burbujeo del agua del tubo indicador de nivel.

II. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El carácter del agua depende en gran parte de la fuente de abastecimiento. A este respecto, conviene hacer la siguiente clasificación general:

1) *Agua de lluvia*.—Esta agua es muy dulce; pero, a causa de las impurezas que recoge en el aire i en los tejados o azoteas de las fábricas, i de que no siempre es fácil obtenerla en cantidad suficiente, no puede considerarse como fuente segura i constante de abastecimiento.

2) *Agua superficial*.—Esta agua se toma de lagos, ríos, arroyos i depósitos artificiales alimentados por las vertientes de colinas i montañas. A veces es ligeramente ácida, pero nunca cruda, porque, no habiendo corrido bajo la superficie del suelo, no tiene sales de calcio ni de magnesio en disolución.

3) *Agua subterránea*.—Proviene de manantiales o de pozos. Por lo

comun es clara en apariencia, pero es cruda, a causa de las sales minerales que disuelve en su trayecto subterráneo. El carácter de las impurezas de estas aguas depende por supuesto de la composición del suelo. Las de mayor crudeza son generalmente las que atraviesan capas de yeso i de caliza magnésica.

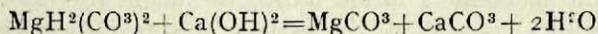
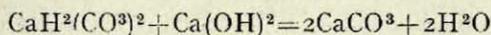
III. LOS TRES PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA IMPEDIR LA INCRUSTACION

De lo espuesto se deduce que toda agua de alimentacion necesita algun tratamiento, i tambien que el tratamiento aplicable a un agua puede ser inútil para otras. Antes de emprender la instalacion de un sistema de depuracion, debe someterse el agua al analisis de un químico competente, cuyo informe debe servir de base a la eleccion de un reactivo apropiado.

Los tres procedimientos químicos generales de depuracion son los siguientes:

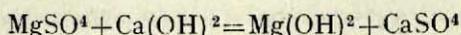
- 1) *el de la cal o de Clark;*
- 2) *el de la soda;*
- 3) *el procedimiento misto de la cal i la soda.*

El *procedimiento de la cal* se emplea donde el agua contiene bicarbonatos de calcio i magnesio. Consiste en agregar hidróxido de calcio, generalmente en la forma de agua de cal. Esta se combina con el anhídrido carbónico que el agua contenga, sea libre, sea en los bicarbonatos ántes mencionados. El resultado es la formacion de carbonatos normales insolubles de calcio o de magnesio. Los bicarbonatos solubles, al perder parte de su anhídrido carbónico, se convierten en carbonatos normales insoluble si se precipitan, de acuerdo con las reacciones siguientes:



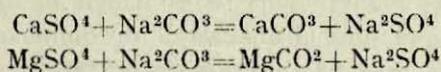
Si hubiere bicarbonato ferroso $[\text{FeH}^2(\text{CO}^3)^2]$, sufrirá trasformacion semejante a la del bicarbonato de magnesio. Se cree que con un exceso de agua de cal, la sal de magnesio se transforma en hidróxido de magnesio $[\text{Mg}(\text{OH})^2]$. Como esta última sal tambien es insoluble, el efecto es el mismo que en el caso de la accion simple, de suerte que no hai peligro si se emplea un poco mas reactivo del que es absolutamente necesario.

El procedimiento de Clark no afecta de ninguna manera el sulfato de calcio. Sin embargo, el agua de cal reacciona con el sulfato de magnesio:

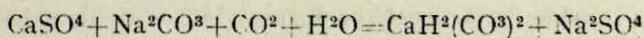


Se ve por esta reaccion que, aunque el magnesio es precipitado en forma de hidróxido insoluble, se introduce una cantidad equivalente de sulfato de calcio, i, como este compuesto es en muchos respectos mas perjudicial que el sulfato de magnesio, el agua se hace peor en vez de mejor. Por eso el procedimiento es aplicable sólo a aguas cuyas principales impurezas son bicarbonatos o en que la cantidad de sulfatos es insignificante.

El *procedimiento de la soda* se adapta a la eliminacion de sulfatos perjudiciales. Consiste en la adiccion de carbonato o de hidróxido de sodio. Cuando se agrega carbonato de sodio a agua que contiene sulfatos de calcio i de magnesio, se combina con ellos para formar carbonatos normales insolubles, dejan-lo por residuo sulfato de sodio, segun indican las siguientes ecuaciones:

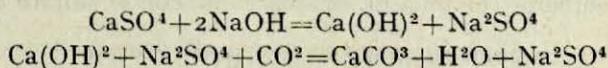


Esta reaccion se efectua mui lentamente, i a no ser que el agua se caliente de antemano, lo que por lo comun no se hace, se necesitan estanques de sedimentacion. Ademas; la presencia de anhídrido carbónico libre en el agua impide la formacion de los carbonatos normales insolubles:

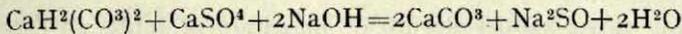


El bicarbonato puede reducirse a carbonato por calefaccion.

La soda cáustica obra mas rápidamente que el carbonato sódico, i, si bien se obtienen mejores resultados cuando el agua se calienta de antemano, la velocidad de la reaccion es por lo comun suficiente para obtener resultados bastante buenos. Si el agua que se trata no contiene anhídrido carbónico libre ni bicarbonatos, la soda cáustica reacciona directamente con las sales de magnesio i forma hidróxido magnésico insoluble. Sin embargo, no precipita las sales de cal, porque el hidróxido cálcico se disuelve con facilidad. Si, por el contrario, el agua contiene anhídrido carbónico libre, la soda, segun se cree, se combina con este gas para formar carbonato de sodio, i entónces ocurren las reacciones indicadas en la seccion anterior. No obstante, Collet cree que el hidróxido de sodio reacciona con el sulfato de calcio i forma el soluble hidróxido de calcio, el cual reacciona entónces con el CO^2 para formar carbonato cálcico insoluble. He aquí las ecuaciones correspondientes:

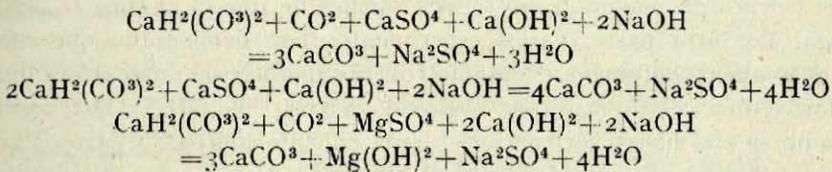


Si el anhídrido carbónico necesario para completar la reacción proviene de bicarbonatos, el efecto depurador de la soda se duplica:



Sin embargo, si hai un exceso de ácido carbónico, no se descompondrán todos los bicarbonatos, i es necesario recurrir a un método que sirva para depurar aguas en que abundan tanto los sulfatos como los bicarbonatos. En tales casos se emplea el procedimiento misto de la cal i la soda.

El *procedimiento misto* consiste únicamente en la adición de soda suficiente para descomponer los sulfatos, i cal suficiente para absorber el exceso de anhídrido carbónico, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:



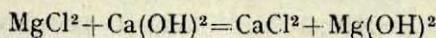
Los cloruros i nitratos de calcio i de magnesio reaccionan lo mismo que los correspondientes sulfatos, i pueden eliminarse de la misma manera. Variando la proporción de agua de cal i soda cáustica, casi cualquier agua que contenga impurezas minerales puede privarse de las que causan la formación de incrustaciones.

IV. CORROSION

En lo que precede he tratado brevemente de la acción i eliminación de impurezas cuyo efecto principal es la formación de incrustaciones en la caldera. Además, el agua contiene por lo común otras sustancias igualmente perjudiciales i difíciles de eliminar, cuales son los agentes corrosivos. Como antes se dijo, pueden éstos ser sustancias que producen ácidos orgánicos bajo la acción del agua caliente; ácidos minerales, i ciertas sales metálicas, como el cloruro de magnesio.

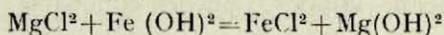
Cuando la corrosión se debe a la presencia de materias orgánicas (i aceite), el mejor remedio es la filtración bajo presión, i el problema es más bien del dominio del ingeniero que del químico.

Los ácidos minerales rara vez ocurren abundantemente en aguas naturales; pero cuando ocurren, el efecto de los reactivos, tales como la cal, que se emplean para hacer dulce el agua, es neutralizarlos. El cloruro de magnesio se elimina generalmente por el método de la soda, aunque la cal es también eficaz:



El hidróxido de magnesio se precipita i el cloruro de calcio permanece en disolución. Este cloruro no causa daño alguno si el agua no contiene sulfato de magnesio.

La acción corrosiva del cloruro de magnesio presenta un aspecto más interesante que el simple problema de su eliminación. Hai dos teorías distintas en cuanto al proceso por el cual esta molesta sal carcome el hierro de la caldera. La más generalmente admitida es que el cloruro de magnesio se descompone a altas temperaturas, con el desprendimiento de cloro. El magnesio se combina con el oxígeno del agua i forma MgO, que, siendo insoluble, se precipita. El cloro se combina con hidrógeno i forma ácido clorhídrico, que inmediatamente ataca el hierro de la caldera. Esta teoría es refutada por Ost, quien se funda en que, cuando se destila agua que contiene cloruro de magnesio, no se ven señales de que el cloruro se descomponga. Por otra parte, varios experimentos han demostrado que cuando el agua caliente se pone en contacto con la superficie de una caldera limpia, se forma una costra negra de hidróxido ferroso $[\text{Fe}(\text{OH})^2]$. Ost, concluye de aquí que el hierro forma con el agua caliente hidróxido ferroso i que el cloruro de magnesio reacciona con el hidróxido de acuerdo con la siguiente ecuación:



El sulfato de magnesio obra de manera análoga.

Si el agua contiene carbonato de calcio, éste se combina con el cloruro de hierro i forma carbonato ferroso i cloruro de calcio. Entónces el cloruro de calcio reacciona con el sulfato de magnesio, reproduciendo así la cantidad original de cloruro de magnesio i produciendo además el nocivo sulfato de calcio. Esta serie de reacciones explica por qué una pequeña cantidad de cloruro de magnesio puede causar gran perjuicio sin que dicha cantidad disminuya. Debe sin embargo observarse que la presencia de sulfato de magnesio es indispensable para que se verifique este ciclo de transformaciones.

V. FORMACION DE ESPUMA I ARRASTRE DE PARTÍCULAS LÍQUIDAS

Segun Carney, las sustancias que causan formación de espuma i arrastre de partículas suspendidas son: 1) sales de sodio; 2) lodo u otras materias minerales suspendidas en el agua; 3) sustancias orgánicas.

No hai procedimiento práctico para eliminar las sales de sodio, pero el lodo i las sustancias orgánicas pueden eliminarse por filtración. A veces, sin embargo, las sustancias suspendidas se eliminan por un procedimiento químico. Para esto se agrega al agua sulfato comercial de aluminio, cuya fórmula es $\text{Al}^2(\text{SO}^4)^3, 18\text{H}^2\text{O}$, o bien alumbre, cuya fórmula es $\text{Al}^2(\text{SO}^4)^3,$

K^2SO_4 , $24H^2O$. El radical de sulfato desaloja el radical del carbonato de las sales de calcio o de magnesio contenidas en el agua, i forma sulfato de calcio, que se precipita. La alúmina se precipita en forma de hidróxido de aluminio, el cual forma una masa velluda i pegajosa que envuelve las partículas estrañas suspendidas, eliminándolas así mecánicamente. Es evidente que esta reaccion puede efectuarse sólo cuando hai álcalis que puedan combinarse con el radical del sulfato. Si el agua no contiene carbonatos de calcio i de magnesio, la alúmina se precipita agregando soda cáustica o carbonato de sodio.

VI. INSTALACIONES PARA LA DEPURACION QUÍMICA DEL AGUA DE ALIMENTACION

A fin de aplicar los procedimientos químicos de depuracion ántes es-puestos, es necesario tener medios adecuados para efectuar el tratamiento del agua. El tratamiento irregular, como el que se obtiene en la aplicacion no automática de ciertas sustancias depuradoras o anti-incrustantes, no produce resultados tan buenos como los que se obtienen en las instalaciones regulares de depuracion. Son éstas de muchas clases; pero, en cuanto se refiere a los principios jenerales en que se fundan, pueden dividirse en unos pocos grupos representados por los aparatos de varios fabricantes de nota. Terminaré pues describiendo brevemente la construccion i funcionamiento de los aparatos Kennicott, Scaife i We-Fu-Go.

En el *sistema Kennicott*, el agua cruda entra primero en una cámara bajo la cual hai una caja en que funciona una rueda hidráulica. El agua cae de la cámara a la rueda, a la cual comunica el movimiento necesario para revolver los reactivos químicos, que están en un depósito mezclador adjunto provisto de una rueda de paletas. Parte del agua no tratada pasa a una caja que divide la corriente en dos partes, una de las cuales se conduce de nuevo al conducto principal de alimentacion de agua cruda, i la otra va al depósito regulador. A medida que el nivel del agua sube, el flotador del depósito regulador sube tambien, i al hacerlo hace descender la boca del tubo elevador, que penetra en el depósito de los reactivos i da salida a éstos. Como la cantidad de agua suministrada al depósito regulador depende de la carga hidrostática del conducto principal de alimentacion del agua cruda, es claro que la relacion entre el agua i los reactivos se mantiene automáticamente constante. Del depósito de los reactivos éstos fluyen a la parte superior del cono de reacciones, donde se ponen en contacto con el agua cruda. Este cono de reacciones no es mas que un embudo invertido colocado en el interior de un receptáculo cilíndrico. Alrededor del cuello del embudo, entre éste i la superficie interior del receptáculo, se dispone una capa de material filtrante. Miéntas el agua baja

por el interior del cono i sube por la parte de afuera, los reactivos, a cuya accion el agua está constantemente sometida, precipitan las sustancias estrañas que se quiere eliminar químicamente. Luego el agua, continuando su movimiento ascendente, pasa por los filtros, que retienen las partículas suspendidas. Al salir de los filtros, está lista para alimentar la caldera.

En el *sistema Scaife*, el agua de alimentacion pasa primero por un calentador, donde se calienta a una temperatura como de unos 90° C. A causa de la espulsion del anhídrido carbónico, los carbonatos de calcio i de magnesio son precipitados, i se recojen para sacarlos en artesas colocadas dentro del calentador. El agua se bombea del calentador a un gran depósito de precipitacion, al cual se introducen los reactivos necesarios por medio de pequeñas bombas. El depósito químico que alimenta estas bombas es suficientemente grande para contener todos los reactivos que se necesitan durante diez o doce horas de funcionamiento continuo; de suerte que no hai mas que hacer que llenarlo una vez al día. En el depósito de precipitacion, los ácidos del agua son neutralizados i se completa la eliminacion de las impurezas incrustantes. Como precaucion final, el agua se filtra ántes de introducirla en la caldera, para eliminar las sustancias suspendidas que hayan quedado. El aparato Scaife tiene la grandísima ventaja de ser de funcionamiento continuo i no retardar el flujo del agua de alimentacion.

El *aparato We-Fu-Go* representa el tipo de depurador llamado intermitente. En este sistema, el agua se conduce primero a los depósitos de sedimentacion, donde se revuelve junto con los reactivos por medio de paletas rotatorias. De ahí el agua pasa por gravedad a los filtros, que eliminan las partículas suspendidas que no se hayan asentado en dicho depósito. De los filtros el agua se bombea a un depósito de almacenaje de agua depurada, de donde pasa a las calderas atravesando un calentador abierto.

E. ECHIKSON.



Tratamiento hidro-eléctrico de minerales de cobre (1)

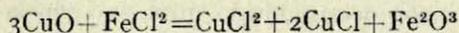
(Continuacion)

PROCEDIMIENTO QUE EMPLEA CLORURO FERROSO

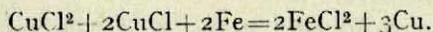
Hace algunos años que los señores Hunt i Douglass basaron un procedimiento en la accion del cloruro ferroso sobre el óxido i carbonato de cobre.

Mr. Hunt decia que el crisocol, silicato hidratado de cobre, de la fórmula $\text{CuSiO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ se descomponia completamente por una solucion caliente de cloruro ferroso que contuviera cloruro de sodio.

La reaccion dada era la siguiente:



La precipitacion con fierro metálico se hacia de acuerdo con la siguiente ecuacion:



El cloruro cuproso, insoluble en agua, se disolvia fácilmente en una solucion que contenia un exceso de cloruros metálicos. La plata de los minerales al reaccionar con el cloruro cúprico quedaba al estado de cloruro i tambien se disolvia en presencia de una solucion rica en cloruros metálicos. Teóricamente el consumo de fierro alcanzaba a 0,59 libras por libra de cobre precipitado. Existia el inconveniente de que las sales básicas de fierro obstruian los filtros haciéndolos impermeables. No se calentaban las soluciones a pesar de que el calor siempre acelera las reacciones. La plata se precipitaba con cobre; pero, cuando se deseaba precipitar la plata separadamente se empezaba por reducir todo el cloruro cúprico al estado cuproso mediante la accion del anhídrido sulfuroso. Terminada esta reduccion se precipitaba la plata con cobre i en seguida el cobre con fierro.

El procedimiento antiguamente empleado por la *Ore Knob Ashe Company*, consistia en la trituracion del mineral a 40 mallas. Los minerales una vez triturados se calcinaban para tenerlos en forma de sulfatos i óxidos.

En seguida se lixiviaban con una solucion de sulfato ferroso i cloruro de sodio (22° B.); por último se precipitaba el cobre con fierro, rejenerando

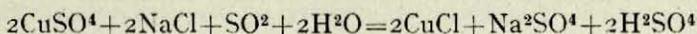
(1) Véase Boletin N.º 252.—Abril 1920.

el disolvente. Se gastaban 0,7 libras de fierro en precipitar una libra de cobre. El costo del cobre resultaba ser de ocho centavos por libra.

(Greenawalt, pp. 225, 226; T. A. I. M. E., Vol. X, p. 12; Vol. II, p. 394, EE. Olcott).

PROCEDIMIENTO HUNT I DOUGLASS

Este procedimiento está basado en la siguiente reaccion:



Consiste en:

Tostar los minerales si se trata de sulfuros i estraer el cobre de los minerales oxidados con ácido sulfúrico diluido rejenerado en el procedimiento mismo.

En la trasformacion del sulfato cúprico en cloruro cúprico por la adiccion de un cloruro soluble.

En la conversion del cloruro cúprico soluble en cloruro cuproso insoluble mediante la accion del anhídrido sulfuroso, con la rejeneracion simultánea del ácido sulfúrico.

I por fin en la trasformacion del precipitado de cloruro cuproso en óxido cuproso o bien en cobre metálico por la adiccion de lechada de cal o por reemplazo con fierro.

Si los minerales contienen plata, se estraee primero, mediante una lixiviacion con agua, todo el sulfato de cobre que en una tuesta bien llevada corresponde a 1/3 del contenido total, teniendo cuidado en seguida de agregar la cantidad justamente necesaria de cloruro soluble para hacer insoluble toda la plata presente.

En la solucion clara obtenida de este modo se precipita el cobre con anhídrido sulfuroso despues de agregar la cantidad conveniente de cloruro sódico para clorurar el cobre. El líquido resultante libre de anhídrido sulfuroso, se empleaba para disolver el óxido de cobre de los minerales. De los residuos podia estraerse la plata mediante una salmuera i despues recuperarse el oro por cloruracion. Como el cloruro de plata sólo es soluble hasta cierto grado en una solucion de cloruro cúprico, era por eso arrasrado en parte por el cloruro cuproso. (Greenawalt, p. 228; T. A. I. M. E. Vol. X i XVI).

PROCEDIMIENTO HUNT I DOUGLASS EN ARGENTINE, KANSAS

El producto que trataba la Smelting and Refining Company en la ciudad de Kansas, era un eje de plomo cupriferó. En la aplicacion del procedimiento se usaba cloruro de sodio como clorurante. El sulfato de sodio

que se acumulaba en la solución se separaba por cristalización ocasionando varias perturbaciones. Para subsanar estas dificultades se empleaba como clorurante, una mezcla de tres partes de cloruro de calcio i una parte de cloruro de sodio. El sulfato de sodio por ser insoluble se precipitaba.

La cantidad necesaria de cloruro de calcio se obtenía en el procedimiento mismo durante la conversión del cloruro cuproso a óxido cuproso por la adición de lechada de cal.

El residuo de la lixiviación iba al departamento de fundición de plomo. (Greenawalt, p. 233; Mineral Industry, Vol. XVII, 1908, p. 296).

MODIFICACION AL PROCEDIMIENTO DE HUNT I DOUGLASS

Debido a los trabajos de Hofmann se introdujeron satisfactoriamente algunas modificaciones para simplificar el tratamiento de los minerales. Estas modificaciones consistían en:

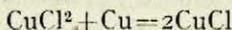
1.º El tratamiento del mineral o eje, calcinado como de costumbre, en estanques de agitación con ácido sulfúrico diluido obtenido en el procedimiento



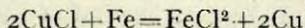
Este sulfato de cobre se trataba con ácido clorhídrico producido en la regeneración del ácido sulfúrico.



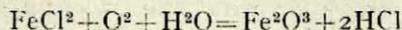
2.º La conversión del cloruro cúprico soluble en cloruro cuproso insoluble por la adición de cobre cementado en estanques de agitación. El calentamiento se efectuaba mediante vapor.



Se trata el cloruro cuproso en cilindros giratorios con una pequeña cantidad de agua, hierro viejo i sal. La sal ayuda a dar impulso a la reacción disolviendo algo del cloruro cuproso.



Se evapora la solución de cloruro ferroso en bateas de hierro. En seguida este cloruro ferroso sólido se carga en retortas que están provistas de agua (o vapor) i aire i en las cuales se regenera el ácido clorhídrico que se emplea en el procedimiento.



Este procedimiento modificado fué usado por algun tiempo hasta que Hofmann recibió instrucciones de cambiar la planta por una fábrica de vitriolo azul considerada de mas porvenir. (Greenawalt, p. 241; Mineral Industry. Vol XVII. 1908, p. 296.—Ottokar Hofmann).

EL PROCEDIMIENTO BRADLEY

Los sulfuros minerales eran cuidadosamente calcinados entre las temperaturas de 450° C. a 550° C. en un horno de tuesta conocido como el «amphidizer».

El mineral tostado se trataba en un tambor de reaccion i a 100° C. con una solucion de cloruro de calcio; el sulfato de cobre se convertia en cloruro cúprico i el sulfato férrico producido por la tuesta se trasformaba en cloruro férrico. Resultaba sulfato de calcio insoluble. El cloruro férrico disolvia los óxidos i sulfuros de cobre i tambien al cobre metálico que pudieran haber quedado sin alterarse por la tuesta.

El oro i la plata de los minerales eran estraídos en solucion mediante la adiccion de cloro libre. Los cloruros de plata i oro solubles en la solucion de cloruro de calcio se precipitaban por cobre. Despues de abandonar la pulpa el tambor de reaccion era pasada por un filtro. La solucion era sometida a oxidaciones posteriores a fin de tener la seguridad de que todos los metales estaban combinados en sus mas altas valencias. En este momento la solucion estaba en condiciones de someterse a un tratamiento para la separacion de los metales disueltos. (Greenawalt, p. 243; E. and M. J.—Jan. 6—1912; U. S. Patent N.º 1011562. Dec. 2—1911).

EL PROCEDIMIENTO LONGMAID—HENDERSON

Este procedimiento consiste en calcinar los residuos de la tuesta de piritas empleadas en la fabricacion de ácido sulfúrico con cloruro de sodio, en estraer mediante una lixiviacion el cloruro de cobre formado i en precipitar en seguida el cobre con fierro. Longmaid obtuvo patentes en Octubre de 1842 i en Enero de 1844 relativas a la tuesta de cenizas de piritas (residuos de tuesta) en contacto de cloruro de sodio. Con justa razon puede considerarse a Longmaid como el *pioneer* en el campo de la estraccion del cobre por via húmeda.

Mas tarde, en 1850 Gossage fué el primero que empleó la esponja de fierro para precipitar el cobre. En seguida en 1865 Henderson perfeccionó el procedimiento agregando las torres de absorcion, de manera que los gases de la tuesta clorurante al pasar por las torres, se trasformaran en ácido diluido que era empleado para lixiviar los minerales de cobre. Las fases del procedimiento eran:

Mezcla del mineral tostado (producto de la calcinacion) con cloruro de sodio i molienda de la mezcla; tuesta clorurante; lixiviacion del mineral calcinado; precipitacion de la plata de la solucion arjentifera; precipitacion del cobre de la solucion exenta de plata; preparacion del mineral lixiviado para los trabajos que emplean el fierro.

El análisis del promedio de cobre de los residuos de la tuesta de piritas daba, 4 a 5%; la cantidad de azufre era igual o mucho mayor que la cantidad de cobre. En los hornos mecánicos se empleaba ménos sal que en las tuestas corrientes (a mano). Promedio 7.5%.

En los trabajos de las compañías alemanas en Oker, el término medio de los resultados fué: 75% del cobre soluble en agua; 20% del cobre soluble en ácido clorhídrico diluido; i 5% de cobre insoluble. La lixiviacion de los minerales sometidos a la tuesta clorurante se hizo en estanques de madera con fondo de filtro de tablas perforadas pintadas con alquitrán.

El procedimiento consistia en el tratamiento previo del mineral en los estanques con ácido diluido, que salia de ellos como solucion concentrada e iba a los estanques de precipitacion. En seguida se sometian los minerales a dos lavados sucesivos en caliente que proporcionaban el ácido diluido destinado a ser empleado nuevamente en otros estanques. Despues de esto el ácido diluido proveniente de las torres se introducía seis veces.

Resultaba una extraccion satisfactoria.

La solucion ácida que producía algunas veces cobre impuro se precipitaba separadamente.

Se obtenía cobre puro de la precipitacion de solucion acuosa, mientras que el cobre precipitado de una solucion ácida resultaba impuro. La mayoría de las piritas cupríferas contienen algo de plata i pequeñas cantidades de oro. El cloruro de plata soluble en otros cloruros i el cloruro de oro, soluble en agua, se extraían con el cobre.

Antiguamente fueron propuestos varios métodos para la separacion i recuperacion del oro i de la plata del cobre. Ahora, en jeneral, no se intenta efectuar separadamente la recuperacion del oro i plata del cobre, por ser tan barato el método de refino electrolítico del cobre. Los residuos del «metal rojo» son briqueteados i enviados al horno de viento. (Greenawalt, p. 246; *Lunge's Treatise of the Manufacture of Sulphuric Acid and Alkali*. Vol. I. 1891).

El procedimiento Longmaid and Henderson fué realizado en los trabajos de la Pennsylvania Salt Manufacturing Company en Natrona. Pa., donde se trataban diariamente 200 toneladas de piritas calcinadas. Estas se molian a 20 mallas en molinos chilenos junto con un 10% de sal.

Se agregaba mineral crudo de manera que el azufre fuera igual a $1\frac{1}{2}$ veces el peso de cobre. Se cargaban 9,600 libras de la mezcla en un horno de mufla para tuesta, i se mantenían durante 8 horas al calor rojo—temperatura 800° C.—El mineral calcinado se enviaba al piso de enfriamiento i

en seguida a los estanques de lixiviación. No convenia precipitar la plata por yodo segun el procedimiento de Claudet, porque este deja alrededor de cinco onzas de plata en la tonelada de cobre, i las refinerías electrolíticas de este metal, i las fábricas de vitriolo azul, pagarán por el 95% de la plata i por el total de oro i cobre.

El costo de tratamiento de una tonelada de residuos de piritas calcinadas era alrededor de \$ 1.87. (Greenawalt, p. 262; Mineral Industry Vol. VIII, IX; Jeol. G. Clemer).

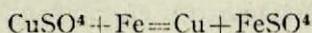
El costo de produccion de cobre, segun el procedimiento Longmaid & Henderson, en una planta moderna que empleaba tostadores mecánicos, era de 6,5 centavos por libra de cobre; tanto en el Este de Estados Unidos como en el Oeste, en plantas que se trataban diariamente 30 toneladas de residuos de piritas calcinadas con leyes de 2,27% de cobre. (Greenawalt, p. 266).

PRECIPITACION DE COBRE POR AJENTES QUÍMICOS

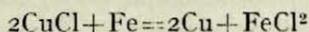
Los ajentes precipitantes que se emplean para el cobre son:

1. { Hierro colado.
Hierro forjado.
Esponja de fierro. .
- 2.—Hidrógeno sulfurado.
- 3.—Cal.

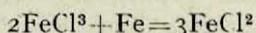
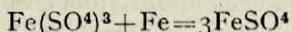
1.—*El fierro precipita al cobre de acuerdo con las siguientes reacciones:*



Teóricamente en soluciones de sales cúpricas 0,88 libras de fierro precipitan una libra de cobre.



En soluciones de cloruro cuproso se gastan 0,44 libras de fierro en precipitar una libra de cobre. El fierro que se emplea como precipitante debe consumirse por las sales férricas i por el ácido libre:



De este modo para tener el consumo mínimo de fierro la solución se envía a los estanques de precipitación «cementación», donde queda libre de sales férricas i con un porcentaje bajo de ácido.

En Stadtberg, Westphalia, donde se emplea ácido clorhídrico para la lixiviación se gasta 1,27 libras de fierro en precipitar una libra de cobre

Segun el procedimiento Hunt & Douglass se consume de 0,5 a 0,7 libras de fierro en precipitar una libra de cobre de soluciones de cloruro cuproso.

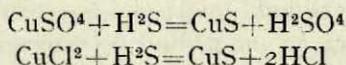
En la mina Gumeskevsky, en Rusia, donde se empleaba como precipitante hierro colado, tanto en planchas como granulado, se encontró que estanques cargados con 12 toneladas de fierro granulado dispuesto en cuatro falsos fondos inclinados i en capas de cuatro pulgadas de espesor daban una precipitación tan buena como los estanques cargados con 115 toneladas de fierro colado en planchas.

Las virtutas de fierro forjado, tienen una gran aplicación como precipitantes del cobre.

Es a menudo ventajoso transformar el fierro en esponja de fierro. Esto se puede conseguir por el calentamiento del óxido de fierro en una atmósfera reductora precedido de un enfriamiento en la misma atmósfera. En parte esto resuelve el problema del reemplazo del fierro. Se sabe desde mucho tiempo que la esponja de fierro puede obtenerse de este modo, pero esta, idea no ha encontrado mucho estímulo.

2.—*El hidrógeno sulfurado precipita el cobre al estado de sulfuro cúprico.*

Se produce la siguiente reacción:

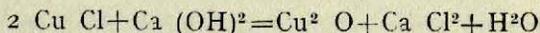


El ácido que se rejenera en la precipitación vuelve a atacar al mineral para disolver mas cobre; pero como en este caso no se rejenera todo el ácido primitivamente empleado en esta operación, debe suministrarse al procedimiento despues de algun tiempo una cierta cantidad de ácido.

3.—*Cal (hidrato de calcio o lechada de cal).*

El empleo de la cal no resultó conveniente para la precipitación del cobre de las soluciones sulfatadas, debido a la contaminación del cobre precipitado por el sulfato de calcio.

La cal fué empleada por mucho tiempo en el procedimiento Hunt and Douglass i se encontró que era un excelente precipitante por cuanto originaba cloruro de calcio de fácil solubilidad.



Greenawalt, p. 270 a 282.

Lunge «Sulphuric Acid and Alkali Manufacture», p. 185.

ROBERT RHEA GOODRICH.

(Continuará).



Refinación del Tungsteno i el Molibdeno (1)

El tungsteno metálico empleado en varias operaciones metalúrgicas se obtiene con relativa facilidad i economía por varios procedimientos, pero, a fin de obtenerlo escepcionalmente puro para la fabricacion de artefactos eléctricos, es preciso emplear un método especial, mas costoso que los métodos corrientes. La Fansteel Company exige que la pureza del metal no baje de 99,75 por ciento, i la pureza del que produce varía jeneralmente entre 99,9 i 99,95 por ciento. Las impurezas del producto final consisten en alúmina, hierro i óxido de calcio. El método empleado para obtener metal de esta pureza principia con la preparacion del mineral. Puede emplearse mineral de casi cualquier clase, pero resulta mas económico emplear wolframita de primera calidad.

El mineral se tritura en un molino de discos, i luego se pulveriza en otro molino hasta que todo el polvo pase por un cedazo de 100 mallas por pulgada. Al mineral así pulverizado se le agrega como la mitad de su peso de carbonato sódico calcinado, i la mezcla se funde en un horno de gas. El tiempo necesario para la fusion varía entre dos i tres horas. Durante la fusion, la carga del horno se remueve a intervalos frecuentes. Terminada la operación, la mezcla se vacia en una artesa de hierro; luego se rompe, se tritura, se pulveriza hasta que pase tambien por un cedazo de 100 mallas por pulgada, i se vuelve a fundir. El producto de esta nueva fusion, despues de triturado, se lixivia en receptáculos de madera provistos de agitadores, hasta obtener una solucion casi saturada de tungstato sódico. Esta solucion se hace pasar por un prensa de filtrar; el líquido de filtracion se calienta en un receptáculo de piedra o de madera, donde se revuelve con una solucion de cloruro cálcico hasta que todo el tungsteno se precipite en forma de tungstato cálcico. Este se lava por decantacion con agua destilada i

(1) Tomado del *Ingeniero Contratista*.—Enero de 1920.

luego se descompone, en un receptáculo de madera o de piedra, con ácido muriático: el ácido se calienta hasta el punto de ebullicion mediante un chorro de vapor, i el tungstato cálcico se va agregando poco a poco. El líquido se hierve durante veinte o treinta minutos. El ácido túngstico se asienta en la forma de precipitado de color amarillo vivo, i el líquido claro que es una solucion de cloruro cálcico, se saca i recoje para emplearlo en operaciones subsiguientes.

El ácido túngstico se lava con agua destilada, primero por decantacion i luego en un filtro aspirador, de piedra, varias veces. Despues de secarlo durante un corto tiempo, contendrá como 50 por ciento de humedad.

El procedimiento anterior da entre 85 i 95 por ciento del ácido túngstico contenido en el mineral empleado. El ácido que resulta contiene a menudo hasta 0.6 por ciento de hierro i otras impurezas, i no se presta a la produccion directa de metal puro.

Este ácido bruto se disuelve en hidróxido amónico diluido hirviendo. Si la solucion es demasiado concentrada, la sal se cristaliza en la prensa de filtrar i la obstruye. La solucion se deja en reposo durante una hora o mas, i luego se filtra hasta que quede perfectamente clara. En esta operacion hai que tener sumo cuidado de que a ninguna parte del aparato le caigan polvo u otras impurezas.

La solucion clara se evapora casi hasta la sequedad en vasijas calentadas por vapor. La sal (para tungstato amónico) se saca del fondo de las vasijas i se repite la operacion con una nueva cantidad de líquido. El tungstato amónico sólido se lava varias veces con agua destilada en un filtro de succion. El paratungstato amónico húmedo se trata con una mezcla de agua i se hierve lijeramente. El ácido túngstico que resulta de esta operacion se lava con agua destilada i luego se seca completamente. Repitiendo el procedimiento varias veces puede obtenerse el grado de pureza que se desee. Para producir el óxido de que mas tarde se obtiene el metal, el ácido se calcina en crisoles de sílice en un horno de gas o eléctrico hasta que se forme una masa verde compacta de óxido.

El óxido se reduce en una atmósfera de hidrójeno, en un horno de construccion especial. La menudez del polvo metálico puede graduarse regulando la temperatura i duracion de la reduccion. La menudez tiene un efecto bien definido sobre la estructura cristalina final del tungsteno obtenido.

Para obtener los lingotes de que se hace el tungsteno trabajado, el polvo se somete a presion sumamente fuerte. Las barras que se obtienen son mui frájiles i pesadas i bastante duras. Para convertirlas en lingotes acabados se someten a un tratamiento térmico llamado *consolidacion* (*sintering* en ingles), lo cual se hace tambien en un horno eléctrico de construccion especial. El metal, se calienta a una temperatura que permite la formacion de los cristales i no dista mucho de la de fusion. Durante

este tratamiento el metal se contrae mui notablemente, pero no sufre pérdida de peso, a no ser que la barra calentada esté en contacto con oxígeno. Para impedir la oxidacion i obtener reduccion completa, se mantiene en el horno de consolidacion una atmósfera de hidrógeno.

El molibdeno se trata de modo análogo. A causa de ser menor su punto de fusion, puede reducirse el óxido en un horno de gas en vez de uno eléctrico. El metal es mas blando, ménos frágil i mucho mas dúctil. Como a la alta temperatura a que se le trabaja se oxida fácilmente, por los hornos en que se calienta se hace pasar constantemente una corriente de hidrógeno.

C. W. BLAKE,

Director químico de la Fansteel Company de Chicago.



Química analítica (I)

(Continuacion)

II.—ANÁLISIS CUALITATIVO

I.—Investigacion sistemática de los metales mas comunes

En el análisis químico se practican dos operaciones: primero se determinan las bases o metales contenidos en la sustancia i en seguida se averiguan los ácidos o metaloides

Una vez disuelta la sustancia conviene hacer dos porciones del líquido: una de ellas se somete al análisis de los metales i la otra a la investigacion de los ácidos.

NOCIONES JENERALES

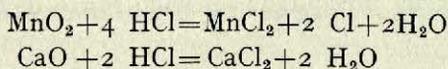
Cuando la sustancia es sólida se averigua en primer lugar cuál es su mejor disolvente. Con este fin se trata primero con agua una pequeña porcion de ella, bien pulverizada. Si se disuelve, esta solucion acuosa es la que se somete al análisis. Conviene observar los fenómenos que se produzcan en el momento de la disolucion de la sustancia, pues ellos pueden proporcionar indicaciones valiosas que contribuyan a simplificar enormemente el reconocimiento.

Cuando la sustancia es insoluble en agua, se la trata con HCl. Si se disuelve, se emplea su disolucion clorhídrica para el análisis. Los fenó-

(1) Véase Boletin anterior, páj. 278.

me nos que puedan producirse durante la disolucion, nos harán sospechar la presencia de unos u otros cuerpos. Si la sustancia es un óxido metálico se produce su disolucion con formacion del cloruro correspondiente i de agua. Si se trata de un óxido rico en oxígeno, por ejemplo, de un peróxido, se produce tambien el cloruro correspondiente pero acompañado de desprendimiento de cloro.

Ejemplos:



Si la sustancia contiene un metal libre puede producirse hidrógeno por la accion del ácido clorhídrico.

Cuando los dos primeros disolventes no dan resultados se trata una nueva porcion de la sustancia con ácido nítrico. Jeneralmente se producen los nitratos correspondientes con desprendimiento de compuestos oxigenados del ázoe, como óxido nítrico NO, peróxido de ázoe NO₂, formados en la reduccion del ácido nítrico. Algunos metales que se disuelven bien en este ácido son el plomo, cobre, plata, mercurio, etc. A veces se producen óxidos insolubles en el ácido nítrico, por ejemplo, cuando se trata una aleacion de estaño por este ácido se orijina ácido estánnico o el bióxido de estaño, ámbos insolubles en HNO₃. Lo mismo sucede con los compuestos antimoniales que se trasforman en tetraóxidos de antimonio Sb₂O₄ de color blanco i tambien insoluble en HNO₃.

Los sulfuros metálicos se descomponen con formacion de los nitratos correspondientes i separacion de azufre comunmente prodúcense tambien H₂SO₄ i sulfatos, miéntras que al tratar los sulfuros solubles en ácido clorhídrico con este ácido dan hidrógeno sulfurado i los cloruros correspondientes.

Tambien se usan como disolventes agua rejia i lejías alcalinas, empleándose estas últimas por ejemplo para la disolucion de algunas sustancias de carácter ácido, como H₂SiO₃, para la disolucion de algunas sales tales como sulfato de plomo i cromato de plomo.

Mediante los disolventes mencionados se pueden separar diferentes compuestos de una mezcla. Cuando se tiene, por ejemplo, sulfato de plomo en mezcla con el cloruro del mismo metal, basta tratar la mezcla con agua caliente; el cloruro se disuelve i el sulfato que queda como residuo, se separa por filtracion.

Se han dividido los cuerpos inorgánicos segun los metales que contienen en seis grupos i los reactivos empleados con este fin son los siguientes: *Acido clorhídrico, hidrógeno sulfurado, sulfuro amarillo de amonio, carbonato de amonio i fosfato de amonio.*

Amoniaco i compuestos del amonio

Se reconocen tratando en caliente una porcion del líquido primitivo con una disolucion de KOH ; se desprende NH_3 que con ClH forma humos blancos de ClNH_4 . Además, el NH_3 desprendido pone azul el papel rojo de tornasol.

El reactivo de Nessler, yodomercuriato de potasio, en presencia del amoniaco produce un precipitado amarillo rojizo de yoduro de dimercuromonio.

PRIMER GRUPO

Ag, Pb, Hg' (sales mercuriosas)

Una porcion del líquido primitivo se trata con ClH hasta reaccion ácida.

Se obtiene un precipitado que contiene las bases de este grupo, i una disolucion que contiene las bases de los grupos siguientes i que se separa por filtracion.

PRECIPITADO BLANCO

ClHg' , ClAg , Cl_2Pb

Se trata sobre el filtro con agua hirviente i se recoge el agua de lavado:

RESIDUO BLANCO		DISOLUCION
ClAg , ClHg		Cl_2Pb
Se trata sobre el filtro con NH_3		Algo soluble en agua fria i ClH .
RESIDUO NEGRO	DISOLUCION	1) Cl_2Pb con SO_4H_2 da un precipitado blanco de SO_4Pb , soluble en tartrato básico de amonio.
ClNH_2 , Hg_2	ClAg	2) Cl_2Pb con $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}^2$ da un precipitado amarillo de CrO_4Pb , soluble en KOH .
cloroamiduro de mercurio, que evidencia los compuestos mercuriosos.	Acidulada con NO_3H da un precipitado blanco en grumos de ClAg .	

SEGUNDO GRUPO

Hg'' (sales mercuricas), *Pb*, *Cu*, *Bi*, *Cd*, *Sn''* (sales estañosas),

Sn^{IV} (sales estánicas), *As*, *Sb*.

El filtrado ácido del líquido primitivo tratado con Cl H se somete al reactivo de este grupo, el S H₂, que se hace pasar como corriente gaseosa hasta terminar la formación de precipitado. (Esta precipitación se hace en caliente sobre todo cuando hai arseniatos).

Se filtra i la disolución se trata despues por los reactivos del tercer grupo.

El precipitado es de diferentes colores segun los sulfuros que encierra:

S Hg	S Pb	S Cu	S ₃ Bi ₂	S Cd
negro	negro	negro	café oscuro	amarillo
	S Sn	S ₂ Sn	S ₃ As ₂	S ₃ Sb ₂
	café oscuro	amarillo	amarillo	anaranjado

i se trata en caliente con S_n (N H₄)₂, (sulfuro amarillo de amonio), el cual disuelve los sulfuros de Sn, As i Sb. Se filtra, quedando un residuo de S Hg, S Pb, S Cu, S₃ Bi₂, S Cd. La disolución puede contener sulfoarseniato, sulfoantimoniato i sulfoestanoato de amonio.

RESIDUO	DISOLUCION
S Pb, S Hg, S Cu, S ₃ Bi ₂ , S Cd. Se trata en caliente con N O ₃ H conc. diluye i filtra.	Sulfosales del As, Sb, i Sn III
RESIDUO I	DISOLUCION II

Residuo I

Negro de S Hg, a veces blanco de un compuesto doble de S Hg i de la sal mercurica no atacada; i de S i S O₄ Pb formado por la oxidación parcial del S Pb por el N O₃ H. Se calienta con agua reja (3 Cl H + 1 N O₃ H), diluye i filtra.

RESIDUO

S, SO₄ Pb

Se trata en caliente con una disolución amoniacal de tartrato de amonio, revolviendo el líquido con una varilla.

Se filtra i evidencia en el líquido el SO₄ Pb que con Cr₂ O₇ K₂ da un precipitado amarillo de CrO₄Pb.

DISOLUCION

Cl₂ Hg

1) Una parte de la disolución se evapora casi a sequedad.

El residuo se disuelve en agua i se trata con Cl₂ Sn. El Cl₂ Hg se reduce a Cl Hg blanco insoluble, i si hai un exceso de Cl₂ Sn, el Cl Hg se convierte en Hg metálico tomando el precipitado color gris.

2) En otra porcion del líquido se introduce una lámina de Cu, que se cubre con amalgama blanca de Cu.

Disolucion II

(N O₃)₂ Pb, (N O₃)₂ Cd, (N O₃)₃ Bi, (N O₃)₂ Cu.

Se evapora a sequedad i al residuo se añade un poco de agua. Si la disolución queda turbia se agrega algo de N O₃ H dil. hasta que desaparezca el enturbiamiento. En seguida se trata por S O₄ H₂: Si hai precipitado, es de S O₄ Pb que se filtra i reconoce como sabemos. El filtrado contiene las sales de Cu, Cd i Bi. Se agrega N H₃ en exceso i filtra.

PRECIPITADO

blanco de Bi (OH)₃ un ortohidrato de Bi.

1) Se disuelve en poco ClH dil. Agregando gran cantidad de agua se forma un precipitado blanco de cloruro de bismuto (Cl (BiO)') .

2) El precipitado Bi (OH)₃ fundido sobre el carbon con S i I K produce una mancha roja.

DISOLUCION

amoniacal de los compuestos del Cd i Cu.

Si hai Cu la disolución es azul, se descolora con C N K que forma cianuros dobles:

(C N)₂ Cu, 2 C N K i

(C N)₂ Cd, 2 C N K

Esta disolución con S H₂ da un precipitado amarillo de S Cd que se separa por filtracion.

El filtrado se acidula con Cl H para descomponer el cianuro doble de Cu i para precipitarlo como SCu con el S H₂ que ya encierra la disolución.

Disolucion III*Sulfosales o sulfuros dobles de As, Sb i Sn.*

Se descomponen con Cl H dil. agregándolo al líquido hasta tener reaccion ácida. Se precipitan entonces $S_3 As_2$, $S_3 Sb_2$, $S_2 Sn$ i además S. (Cuando no hai As, Sb o Sn, el precipitado es blanco de S). Los sulfuros se filtran i lavan con agua que contiene $S H_2$. En seguida se secan i tratan en una cápsula de porcelana con Cl H conc. (sin Cl), a la ebullicion.

RESIDUO

 $S_3 As_2$

1) Una parte se disuelve en agua rejia i agrega a la disolucion $N H_3$ i mistura de Mg (disolucion acuosa de $N H_3$, $Cl N H_4$ i $Cl_2 Mg$ en partes iguales). Se obtiene, a veces despues de algun tiempo, un precipitado blanco de arseniato doble de Mg $N H_4$.

2) Algo de $S_3 As_2$ se trata en caliente con $C O_3 (N H_4)_2$ i se filtra. El filtrado acidulado con Cl H da un precipitado amarillo de $S_3 As_2$.

3) Una parte del $S_2 As_2$ tratado sobre el carbon con el soplete produce olor a ajos.

DISOLUCION

 $Cl_3 Sb$, $Cl_2 Sn$

Se evapora casi a sequedad i se agrega algo de agua (si se enturbia, se agregan gotas de Cl H) i en seguida un pedazo de Zn que precipita particulas de Sb i Sn metálicos; se filtran i lavan en el mismo filtro. Despues en una cápsula de porcelana se atacan por Cl H conc. que disuelve el Sn dando $Cl_2 Sn$, el cual filtrado, da con $Cl_2 Hg$ un precipitado blanco de Cl Hg i despues gris de Hg. Si las partículas metálicas se han disuelto todas en Cl H, no hai Sb; si queda un residuo se trata por agua rejia que disuelve el Sb dando $Cl_3 Sb$, el cual se precipita con $S H_2$, dando un precipitado anaranjado de $S_3 Sb_2$.

TERCER GRUPO

Ni, Co, Mn, Fe, Cr, Zn, Al, i cuando hai fosfatos, oxalatos,

boratos o fluoruros, Ca, Sr, Ba.

El reactivo principal es el $S^a (N H_4)_2$ que se emplea en presencia de $N H_3$ i $Cl N H_4$. Este último evita la precipitacion de los compuestos del Mg. Estos reactivos producen los siguientes precipitados:

S Ni,	S Co,	S Fe,	S Mn,	S Zn,	Cr (O H) ₃ ,	Al (OH) ₃
(negros)	rosado	blanco	azul verdoso	blanco

El precipitado así obtenido se filtra rápidamente para evitar la oxidación de los sulfuros i se lava con agua con $S H_2$. La disolución filtrada contiene los grupos siguientes:

En el precipitado se reconocen previamente:

1.º *Cromo*.—Si el color del líquido primitivo es verde o violado hai probabilidades de que existe Cr. Para asegurarse, algo del precipitado, se mezcla seco con $CO_3 Na_2$ i $NO_3 K$, i se funde; si la masa es amarilla hai $Cr O_4 Na_2$. Se disuelve en agua i neutraliza con ácido acético; agregando acetato de plomo se debe formar un precipitado amarillo de $Cr O_4 Pb$. Estas reacciones indican la presencia del Cr.

(Si la masa resultare de color verde, i despues de algun tiempo,—humedecida en contacto del aire,—violada, existe el Mn.)

En caso que pudieren existir sales de los ácidos fosfórico, bórico, oxálico o fluorhídrico:

Una porcion del precipitado obtenido con $\xi_n (NH_4)_2$ se trata en caliente con $NO_3 H$ dil.

La disolución se divide en dos partes.

2.º *Acido fosfórico*.—Una parte se trata con molibdato de amonio i se deja en reposo algunas horas. Si se forma un precipitado amarillo de fosfomolibdato de amonio, existe el ácido fosfórico.

3.º *Acido fluorhídrico*.—La otra parte de la disolución nítrica anterior se trata con NH_3 en exceso; si se forma precipitado, se filtra; seca i mezcla con $SO_4 KH$, fundiéndolo en un tubo cerrado por un extremo. Si se desarrollan vapores que corroen al vidrio, hai ácido fluorhídrico.

Una parte del precipitado obtenido con $\xi_n (NH_4)_2$ se hace hervir con una disolución acuosa i saturada de $CO_3 Na_2$ i se filtra.

4.º *Acido oxálico*.—Una parte del líquido anterior se acidula con ácido acético i se trata con $Cl_2 Ca$. Si se produce un precipitado blanco de oxalato de calcio hai ácido oxálico.

5.º *Acido bórico*.—En otra parte del líquido anterior acidulada por $Cl H$ se sumerge una cinta de papel de cúrcuma, que se tiñe de rojo, sobre todo al secarla, si hai ácido bórico, i se pone azul negruzca al ponerla despues en disolución acuosa de carbonato alcalino.

Sin atender a estos reconocimientos previos, el resto del precipitado obtenido por el $\xi_n (NH_4)_2$ se trata con $Cl H$ diluido i frio de densidad 1,12 (1 p. $Cl H$ conc. i 6 p. $H_2 O$ i algo de $S H_2$) que disuelve el precipitado, escepcion hecha de los sulfuros de Ni i Co.

La disolución obtenida se calienta a la ebullición para separar el S i se agregan despues gotas de $NO_3 H$ fumante para trasformar las sales ferrosas en férricas.

La parte insoluble en el $Cl H$ dil. contiene los sulfuros de Ni i Co.

RESIDUO

S Ni, S Co

DISOLUCION

$\text{Cl}_3 \text{Fe}$, $\text{Cl}_2 \text{Mn}$, $\text{Cl}_2 \text{Zn}$, $\text{Cl}_3 \text{Cr}$, $\text{Cl}_3 \text{Al}$, i en presencia de ácidos fosfórico, bórico, oxálico i fluorhídrico tambien Ba Cl_2 , Ca Cl_2 i Sr Cl_2 .

Hai tres métodos para investigar esta disolucion segun si la sustancia contiene o no Cr i los ácidos nombrados.

Residuo

S Ni, S Co

Se disuelve en $\text{N O}_3 \text{H}$ i se evapora casi a sequedad. Se diluye en agua, filtra i agrega ácido acético concentrado i una disolucion de nitrito de potasio. Se deja reposar algunas horas i se filtra.

PRECIPITADO

pulverulento amarillo de nitrito doble de cobalto i potasio $(\text{N O}_2)_3 \text{Co}$, $3 \text{N O}_2 \text{K}$ + agua.

DISOLUCION

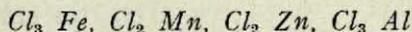
de nitrato de niquel que con KOH da un precipitado verde manzana de Ni $(\text{O H})_2$.

Con estos precipitados pueden reconocerse el Ni i el Co a las perlas de bórax o sal de fósforo: El Co da perlas azules en las llamas de oxidacion i reduccion. El Ni da una perla castaña en la llama de oxidacion, i gris—debido a la separacion de partículas metálicas de Ni—en la de reduccion.

Disolucion

I MÉTODO

(En ausencia de Cr i de los ácidos arriba mencionados)



Se agrega K O H ó Na OH en lijero exceso.

PRECIPITADO

Fe (O H)₃ Mn (O H)₂
 rojizo blanco poniéndose
 luego pardo.

Se disuelven en Cl H. Se neutraliza el líquido con C O₃ Na₂, se agrega acetato de sodio, calentando a la ebullicion hasta que el líquido quede incoloro.

DISOLUCION

Zn, O K)₂, Al (O K)₃

A una porcion de la disol. se hace pasar una corriente de S H₂ que precipita al Zn como S Zn blanco.

Otra porcion se acidula con Cl H i se agrega en seguida N H₃ hasta reaccion básica, produciéndose un precipitado blanco de Al (O H)₃.

PRECIPITADO

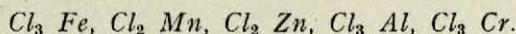
DISOLUCION

rojo oscuro de acetato de Cl₂ Mn. Se añade básico de Fe. Se disuelve S_n (N H₄)₂ produciéndose en Cl H i agrega ferro- se un ppdo. rosado de cianuro de K que produce un precipitado azul, S Mn que fundido con CO₃ Na₂ i NO₃ K da una (Cy₆ Fe)₃Fe₄ (azul de Prusia). masa verde de mangano alcalino que se vuelve violada al aire.

Disolucion

II MÉTODO

(En ausencia de los ácidos arriba mencionados)



Se neutraliza con C O₃ Na₂, se agrega un exceso de C O₃ Ba en partículas mui finas, i se ajita. Cuando se haya depositado un precipitado i el líquido esté claro, se filtra.

PRECIPITADO

Cr (OH)₃, Al (OH)₃, Fe (OH)₃, C O₃ Ba.
Se hace hervir con KOH i se filtra.

DISOLUCION

Cl₂ Mn, Cl₂ Zn, Cl₂ Ba.

Se precipita a la ebullicion el Ba con SO₄ H₂ dil. Se filtra i al filtrado se agrega NH₃ en exceso. Se vuelve a filtrar.

El líquido contiene el Zn (NH₄)₂ cuya presencia sabemos reconocer (I método).

El ppdo. de Mn (OH)₂ fundido con NO₃ K i C O₃ Na₂ produce una masa verde de manganoato alcalino.

PRECIPITADO

Fe (OH)₃, Cr₂ O₃,
C O₃ Ba

Se mezcla con C O₃ Na₂ i NO₃ K i se funde. La masa toma color amarillo. Se disuelve i filtra. El ppdo. de Fe₂ O₃ se disuelve en Cl H i con sulfocianato de potasio da una coloracion roja intensa de sulfocianato férrico (CNS)₃ Fe.

El Cr, ya reconocido, se halla en disolucion como Cr O₄ K₂.

DISOLUCION

Al (OK)₃

Se agrega Cl H i despues NH₃ produciéndose Al (OH)₃.

Disolucion

III MÉTODO

(En presencia de Cr i de los ácidos arriba mencionados)

Cl₃ Fe, Cl₂ Mn, Cl₂ Zn, Cl₃ Al, Cl₃ Cr, Ba Cl₂, Ca Cl₂, Sr Cl₂.

Se debe reconocer previamente el Fe agregando a una porcion de la solucion ferrocianuro de K que debe dar el azul de Prusia si hai Fe.

Si hai ácido oxálico, se evapora la disolucion a sequedad i se calcina suavemente; los oxalatos se trasforman en carbonatos. Se disuelve el residuo en Cl H, se oxida en caliente con NO₃ H conc. Se neutraliza esta disolucion o la primitiva por C O₃ Na₂, se añade un exceso de Cl₃ Fe (para precipitar los ácidos nombrados) i acetato de sodio (que precipita el exceso de Cl₃ Fe).

Se hace hervir hasta que el líquido encima del precipitado quede incoloro.

PRECIPITADO

Fosfatos, boratos, fluoruros, acetatos, hidróxidos de Fe, Al i Cr.

Se trata en frio con una disolucion de KOH i se filtra. El residuo contiene el Fe ya investigado.

La disolucion contiene Cr i Al. Se hace hervir; precipita el Cr₂O₃ verde. La disolucion contiene Al (OK)₃ que con Cl H i NH₃ usados en excesos da Al (OH)₃.

DISOLUCION

Cr, Zn, Mn, IV i V grupos.

Se agrega NH₃ en exceso, Cl NH₄ i S_n (NH₄)₂. Se filtra. El filtrado contiene el IV i V grupos, el residuo, Cr (OH)₃, S Zn i S Mn. Se disuelve en Cl H i se somete al método I, o al método II segun la ausencia o presencia del Cr.

CUARTO GRUPO

Ca, Sr, Ba.

El líquido que viene del tercer grupo es jeneralmente amarillo debido al $S_n (NH_4)_2$. Pero si en la mezcla primitiva ha habido Ni, éste no se precipita completamente por el $S_n (NH_4)_2$ en el tercer grupo. Se disuelve en parte en este reactivo i pasa al líquido del cuarto grupo dándole un color castaño, tanto mas intenso cuanto mayor es la cantidad de polisulfuro existente (pues entónces se disuelve mayor cantidad de S Ni).

Haya o no Ni, el líquido se acidula débilmente con ácido acético; se precipita entónces el S Ni i S; se hace hervir para separar todo el azufre i se filtra. Cuando el líquido no contiene N i S se puede emplear HCl en lugar de $CH_3 COOH$.

A la disolucion se agrega NH_3 en exceso i $CO_3 (NH_4)_3$ en caliente i se filtra. El líquido se somete a los reactivos del quinto grupo.

El precipitado se compone de $CO_3 Ca$, $CO_3 Sr$ i $CO_3 Ba$. Se disuelve en poco $NO_3 H$ dil.

En una parte de la disolucion se evidencia Ba o Sr con agua de yeso que, cuando hai Ba, da instantáneamente un precipitado blanco de $SO_4 Ba$. Si no lo hai i el precipitado se forma despues de algun tiempo, existe el Sr.

Si no hai Ba ni Sr, el precipitado dado por el $CO_3 (NH_4)_2$ es de $CO_3 Ca$. El Ca puede evidenciarse en otra parte de la disolucion nítrica, hecha amoniacal por medio del oxalato de amonio produciéndose un precipitado blanco de $C_2 O_4 Ca$.

Si hai Ba o Sr o ámbos, la disolucion de nitratos se evapora a sequedad, el residuo se trata con partes iguales de alcohol i éter i se filtra.

RESIDUO

$(NO_3)_2 Ba, (NO_3)_2 Sr$

Se disuelven en Cl H i se evapora a sequedad. El residuo tratado con Cl H se evapora otra vez a sequedad i se agrega al nuevo residuo, alcohol absoluto:

DISOLUCION

$(NO_3)_2 Ca$

Se evapora a sequedad. Se disuelve en agua.

1) Se agrega en caliente $C_2 O_4 (NH_4)_2$ i se forma oxalato de Ca, ppdo. blanco.

2) Se investiga al espectroscopio.

RESIDUO

$Cl_2 Ba$

DISOLUCION

$Cl_2 Sr$

Se disuelve en agua. Se evapora a sequedad i disuelve en agua.

1) A una parte se agrega $Cr_2 O_7 K_2$ i se obtiene un precipitado amarillo de $Cr O_4 Ba$. 1) Se evidencia al espectroscopio.

2) A otra parte se agrega $SO_4 H_2$ produciéndose un precipitado blanco de $SO_4 Ba$. 2) Con agua de yeso se forma despues de un rato $SO_4 Sr$.

Otra parte se somete al análisis espectral.

QUINTO GRUPO

Mg

Una porcion del líquido que viene del grupo anterior se trata con ClNH_4 i $\text{PO}_4(\text{NH}_4)_3$ que, al cabo de algunas horas, a veces luego, da un precipitado blanco cristalino de PO_4MgNH_4 . (ClNH_4 evita la precipitacion del litio al estado de PO_4Li_3). No formándose precipitado, se somete el resto del líquido al VI grupo.

En caso contrario se trata éste como la pequeña porcion i se lo deja en reposo durante varias horas. Despues se filtra i el líquido filtrado se agrega acetato de plomo para precipitar el exceso de $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$ i, para quitar el exceso de acetato de plomo, se hace pasar una corriente de SH_2 .

Se filtra i el líquido pasa al grupo siguiente.

SESTO GRUPO

Na, K, Li.

Se evapora a sequedad; el residuo se calcina en un crisol de porcelana para espulsar las sales amoniacaes.

Se trata el residuo con alcohol absoluto.

RESIDUO

Sales de Na i K. Se disuelven en agua.

K i Na.—Se evidencian al espectroscopio.

K.—Con Cl_4Pt da un ppdo. amarillo de cloroplatinato de K, Cl_6PtK_2 , insol. en alcohol i difícilmente sol. en agua.

Na.—Con $\text{Sb}_2\text{O}_7\text{K}_2\text{H}_2$, (piroantimoniato de K) las sales de sodio precipitado dan un precipitado cristalino de piroantimoniato de Na, $\text{Sb}_2\text{O}_4\text{Na}_2\text{H}_2$.

DISOLUCION

Sal de Li. Se evapora a sequedad i disuelve en agua.

1) Se somete al análisis espectral.

2) Se ppta con $\text{PO}_4\text{H}(\text{NH}_4)_2$ o con $\text{PO}_4\text{Na}_2\text{H}$ como PO_4Li_3 , precipitado blanco.

OBSERVACIONES QUE CONVIENE TENER PRESENTE EN LA
MARCHA SISTEMÁTICA

PRIMER GRUPO

Si el líquido primitivo es alcalino o neutro, el tratamiento con Cl H puede dar origen a un precipitado que no es de Cl Ag, Cl Hg o Cl₂ Pb. Pueden precipitarse varios ácidos orgánicos (salicílico, benzoico) i algunos inorgánicos, como el molibídico, titánico, silícico, antimónico i aun bórico. El Cl H puede también descomponer hiposulfitos i sulfuros i producir un precipitado de azufre; puede insolubilizar sulfosales disueltas en el líquido.

En este caso complejo el reconocimiento de Hg', Ag i Pb se hace según el método que conocemos; pero no se crea que porque el Cl H produce un precipitado, éste sea de cloruros de plata, plomo o mercurio al mínimo.

SEGUNDO GRUPO

El S Cu es algo soluble en S_N (NH₄)₂; en tal caso conviene emplear el sulfuro de Na o K.

El S Hg es algo soluble en S Na₂ en cuyo caso debe preferirse el S_N (NH₄)₂. El S H₂ da con las sales mercúricas primero un precipitado blanco, después amarillo, rojo i al fin negro, con un exceso de reactivo, pues al principio se forma una combinación de S Hg con la sal mercúrica todavía no atacada.

El S Sn se disuelve en el sulfuro de amonio sólo en el caso que éste sea el sulfuro amarillo S_N (NH₄)₂, formando sulfoestannato i no sulfoestannito.

El S Pb no precipita por el S H₂ si la disolución es fuertemente ácida. En presencia de Cl H libre, el S H₂ da primero con las sales de Pb un precipitado rojizo de clorosulfuro, que se transforma en S Pb con un exceso de S H₂.

Las sales mercuriosas con S H₂ producen un precipitado negro de S Hg + Hg insoluble en S_N (NH₄)₂.

Las sales de plata con S H₂ dan un precipitado negro de S Ag₂ soluble en N O₃ H, insoluble en los sulfuros alcalinos.

El As, si la disolución contiene un arseniato, debe precipitarse por el S H₂ en caliente (70°), estando la disolución bastante ácida.

El S₃ Sb₂ varía de color según la sal de que proviene. Si se trata de las sales del antimonio, trivalente, el precipitado es anaranjado. Si la

disolucion contiene una sal de antimonilo, $Sb O$, (emético), el precipitado es rojo.

Los sulfuros de Sn i Sb pueden separarse del de As , tratándolos en caliente con $C O_3 (N H_4)_2$ el cual disuelve al último i mui poco a los dos primeros.

TERCER GRUPO

Los sulfuros de Ni i Co , fácilmente oxidables, deben separarse del resto del precipitado del tercer grupo, por el $Cl H$ diluido de densidad 1,12 i que tenga en disolucion $S H_2$, a fin de trasformar los óxidos de Ni i Co (formados por la oxidacion de los sulfuros), solubles en ese ácido, en sulfuros insolubles.

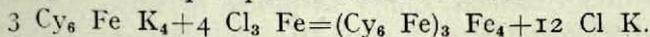
El SNi se disuelve en el $S_n (NH_4)_2$ tanto mas cuanto mayor es la cantidad de S que encierra el $S (NH_4)_2$, produciéndose un líquido de un color castaño mui intenso.

Se ha observado (Villiers) que si a una sal de Ni se agrega un exceso de $NaOH$ i se añade una cantidad suficiente de ácido tártrico para evitar la precipitacion por el álcali; esa sal tratada por el SH_2 o $S_n (NH_4)_2$ produce un líquido de color castaño oscuro mui intenso, sin precipitarse el SNi que queda disuelto. Esta propiedad no es comun a las sales de Co i permite la separacion de ámbos metales aunque exista el Ni en pequenísimas cantidades.

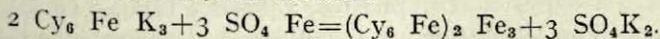
Separados los sulfuros de Ni i Co del resto del precipitado del tercer grupo, pueden reconocerse estos dos metales de su disolucion efectuada en $Cl H$, dividiendo el líquido en dos porciones. Una de ellas adicionada del doble de su volúmen de glicerina i en seguida de un gran exceso de KOH produce una coloracion azul intensa que evidencia al Co (G. Denigés).

A la otra porcion se añade un volúmen igual de ácido tártrico en disolucion concentrada, i su volúmen de KOH , haciéndose pasar despues una corriente de SH_2 . El líquido se diluye en agua i filtra. Si la disolucion es de color castaño oscuro hai Ni .

El Fe tambien se reconoce en su mezcla con el Mn por el sulfocianato de potasio que da una coloracion roja intensa con las sales férricas. Si se ha encontrado Fe i se quiere saber si el líquido primitivo contiene Fe'' o Fe''' , se ensaya una porcion de él por el ferricianuro de K , que con sales férricas produce el precipitado azul de Prusia.



Otra porcion se ensaya con el ferricianuro de K que produce el azul de Turnbull con las sales ferrosas:



CUARTO GRUPO

El reactivo de este grupo es el $\text{CO}_3 (\text{NH}_4)_2$, pero puede emplearse también el $\text{C}_2\text{O}_4 (\text{NH}_4)_2$, no olvidando que debe usarse en presencia de Cl NH_4 .

La investigación del Ba puede hacerse en disolución ácida, i en mezcla con las sales de Sr i Ca, por medio del $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$ o del $\text{F}_6 \text{Si H}_2$. Ambos producen precipitados que lo evidencian.

Puede separarse Ba, Sr i Ca de su mezcla, del modo que sigue:

La disolución ácida tratada con $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$ precipita al Ba como CrO_4Ba que se filtra. El líquido se hace amoniacal i en esta condición se precipita el CrO_4Sr . En el filtrado se reconoce el Ca por el $\text{C}_2\text{O}_4(\text{NH}_4)_2$.

Se reconocen Ba, Sr i Ca también de la siguiente manera:

QUINTO GRUPO

El $\text{PO}^4 (\text{NH}_4)_3$ se puede reemplazar por el $\text{PO}_4 \text{Na}_2 \text{H}$, caso en que habrá que separar ántes una porción del líquido para investigar en ella el Na.

SESTO GRUPO

Para reconocer el Li, una parte del líquido que viene del quinto grupo se trata con $\text{NH}_4 \text{OH}$ i una disolución saturada i fría de F Na ; se ajita i deja en reposo algunos minutos, formándose un precipitado de FLi , que lavado con muy poca agua i disuelto en ClH sirve para reconocer el Li a la llama, espectroscopio.

2.—INVESTIGACION DE CUERPOS RAROS

Talio.—Ti.

P.a. = 204

Se parece en sus propiedades físicas al plomo. En cortas cantidades se encuentra en combinaciones en la naturaleza, en algunas aguas minerales i en ciertas piritas i blendas. Como las piritas de fierro se emplean en la fabricación del ácido sulfúrico, se encuentra este elemento en el fango de las cámaras de plomo (en combinaciones).

El talio forma dos series de compuestos, talosos i tálicos; en los primeros es monovalente i en los últimos es trivalente. Los compuestos tálicos

son poco estables i se trasforman fácilmente en compuestos talosos, i, por esto, indicaremos los reactivos mas importantes de estos últimos. Estos reactivos son los siguientes:

Acido clorhídrico.—Este ácido produce un precipitado blanco de cloruro taloso $TlCl$. que por la accion de la luz se pone violado. Es insoluble en amoniaco i en ácido clorhídrico diluido, pero se disuelve con facilidad en agua hirviente.

Hidrójeno sulfurado.—Orijina un precipitado negro de sulfuro de talio Tl_2S . La precipitacion es incompleta si la disolucion es neutra o débilmente ácida, i si la solucion es bastante ácida no se produce este precipitado.

Sulfuro amarillo de amonio.—En disolucion amoniacal produce un precipitado negro de Tl_2S , insoluble en un exceso de reactivo.

Ioduro de potasio.—Da con los compuestos de talio un precipitado amarillo, casi insoluble en agua, por esta razon sirve este reactivo para la determinacion cuantitativa del talio.

Mui importante para el reconocimiento de compuestos de este metal, es la hermosa coloracion verde que dan a la llama, coloracion que observada mediante el espectroscopio muestra una raya verde brillante.

Para la determinacion cuantitativa del talio se puede emplear el carbonato de talio porque es soluble en agua, miéntras que el carbonato de plomo, del cual hai que separarlo, es insoluble en este disolvente.

Jeneralmente se emplea como reactivo el yoduro potásico cuando se desean separar las sales de talio de los compuestos alcalinos.

Oro.—Au

P.a. = 197.2

Compuestos solubles en agua i HCl. diluido.—El primer reactivo es el SH_2 que da un precipitado negro de sulfuro de oro $Au_2 S_3$ (a veces mezclado con sulfuro auroso $Au_2 S$.) insoluble en ácido clorhídrico concentrado e hirviente, pero soluble en el sulfuro amarillo de amonio.

Otro reactivo es la mezcla de *cloruro estanoso i cloruro estánico* (obtenida por la adiccion de algunas gotas de agua de cloro a la disolucion de cloruro estanoso). Este reactivo produce con la disolucion de cloruro áurico una coloracion de color rojo intenso, llamada «púrpura de Casius» i constituida probablemente por el oro coloidal.

Tambien sirve como reactivo el *sulfato ferroso* que precipita oro metálico de una solucion de cloruro áurico. Cuando el oro solo existe en pequeñas cantidades se orijina un líquido turbio que mirado por transparencia presenta color azul.

El *ácido oxálico* reduce en caliente las disoluciones de cloruro áurico a oro metálico

Platino.—Pt.

P.a.=195.2

El compuesto mas importante es el tetracloruro de platino $Pt Cl_4$, es decir, los compuestos tetravalentes son los mas importantes. Los principales reactivos de las sales de platino son los siguientes:

Hidrójeno sulfurado.—Produce lentamente un precipitado de sulfuro de platino, PtS_2 de color negro, insoluble en ácido clorhídrico concentrado e hirviente; pero soluble en agua rejia. Se disuelve tambien en el sulfuro amarillo de amonio pero con cierta dificultad. El precipitado de sulfuro de platino se obtiene con mayor rapidez cuando se hace actuar el SH_2 sobre la disolucion caliente de sales de platino.

Sulfato ferroso.—Solo orijina precipitado de platino cuando la disolucion está caliente, en frio no tiene accion.

El cloruro estanoso no precipita la solucion de una sal platínica, pero el líquido toma un color oscuro. El ácido oxálico tampoco da precipitado.

Las reacciones mas importantes del platino son las que se obtienen haciendo actuar sobre la disolucion de cloruro platínico, el cloruro potásico o de amonio. Orijinase entónces un precipitado amarillo cristalino, un poco soluble en agua fria i casi insoluble en alcohol. Estos precipitados corresponden a cloroplatinatos, es decir, derivan del ácido cloroplatínico. $Pt Cl_6 H_2$ son entónces $Pt Cl_6 K_2$ o $Pt Cl_6 (NH_4)_2$.

Cuando se calienta el cloroplatinato potásico se produce cloruro potásico, platino i cloro que se desprende; i cuando se calienta el cloroplatinato de amonio se produce amoniaco, ácido clorhídrico, platino i cloro, es decir, queda como residuo sólo platino, miéntras que en el caso anterior queda un residuo de cloruro de potasio con platino.

Los dos últimos reactivos sirven para la determinacion cuantitativa del platino.

Vanadio.—V.

P.a.=51.

Existe en el reino mineral en forma de compuestos. En el año 1900 se encontró en Bourra, Australia, un yacimiento importante de sulvanita (sulfuro doble de cobre i de vanadio) en mezcla con azufre.

Continuará.

Revista quincenal

Valparaíso, 17 de Junio de 1920.

COBRE EN BARRAS

El mercado de cobre Standard ha estado con tendencia de baja, debido en gran parte a la situación del mercado en Estados Unidos, donde los precios han sido reducidos en más o menos medio centavo por libra durante los últimos días. Las cotizaciones de Londres durante la pasada quincena demuestran una baja de £ 5.5.0 es decir de £ 94.0.0 a £ 88.15.0 para tres meses, i la demanda consumidora que existe actualmente continúa muy restringida.

Segun cablegrama recibido de Norte América el día 15, el precio ha sido reducido a 19 centavos la libra para entregas a fines de Julio, i noticias recibidas posteriormente anuncian que la cotización para inmediato es de 18½ centavos. También se avisa que la producción de cobre está aumentando.

Las cotizaciones recibidas de Londres al contado i para tres meses han sido las siguientes:

El día	7 pte.	£ 90.15.0	al contado i	£ 94. 0.0	para entrega a tres meses			
»	8	» 91. 0.0	»	94. 0.0	»	»	»	»
»	9	» 90. 0.0	»	93.10.0	»	»	»	»
»	10	» 89. 5.0	»	92.10.0	»	»	»	»
»	11	» 88.15.0	»	92. 0.0	»	»	»	»
»	14	» 88. 0.0	»	90.10.0	»	»	»	»
»	15	» 86. 5.0	»	88.15.0	»	»	»	»

Cerrando hoy 17 del presente a £ 82.5.0 al contado i a £ 84.15.0 para entrega a tres meses.

No se han efectuado ventas en la costa durante la pasada quincena.

Las exportaciones de Chile hasta el día 31 de Mayo de 1920 ascienden a 51,135 toneladas o sean 24,333 toneladas menos que lo exportado hasta el 31 de Mayo de 1919.

EJES DE COBRE

Las ventas efectuadas han sido basadas sobre precios privados.

MINERALES DE COBRE

Las ventas efectuadas han sido basadas sobre nuestras cotizaciones.

COTIZACIONES EL 17 DE JUNIO DE 1920 A LAS 4.30 P. M.

COBRE EN BARRAS:

	Por quintal métrico moneda corriente
Puesto a bordo con flete de 150/-.....	\$ 142.95

EJES DE COBRE:

50% Puesto a bordo con escala de 142 ctvs.	63.92½
--	--------

MINERALES DE COBRE:

10% puesto a bordo con escala de 85¾ ctvs.	7.57¾
Standard £ 84.15.0	Cambio 11-1/8 d.

SALITRE

Después que se supo el resultado de la determinación tomada en la Reunión Jeneral Extraordinaria por los miembros de la Asociación de Productores de Salitre, anunciada en nuestra última Revista, el mercado salitrero queda paralizado. Se esperaba que, como los precios de venta fijados estaban sujetos al «fall clause» los esportadores no se apurarian en entrar al mercado i llenar a cualquier precio parte de sus necesidades sin embargo esto no sucedió al momento, i solamente ayer la Asociación cerró algunos pequeños lotes para entrega adelante los cuales detallamos mas adelante. Ahora que se han hecho estas ventas se espera que otros esportadores casi inmediatamente harán lo mismo, i que algunas otras cantidades mas ofrecidas en venta por la Asociación serán colocadas pronto.

La producción durante Mayo fué de 4.690,800 quintales (98 oficinas) comparado con 3.084,400 quintales (64 oficinas) producido durante el mismo período del año anterior. El total de lo esportado el mes pasado fué de 5.237,200 quintales o sea un aumento, este año, comparado con Mayo 1919 de 4.832,000 quintales. Lo esportado durante la primera quincena de este

mes son de 1.308,900 quintales, o sean 1.091,900 quintales mas que durante el mismo período el año anterior.

Lo producido i esportado durante los primeros cinco meses en lo últimos cuatro años se compara como sigue:

1917	Produccion	26.780,600	qtls.	Esportacion	23.374,700	qtls.
1918	»	26.389,700	»	»	24.175,000	»
1919	»	17.245,100	»	»	4.372,400	»
1920	»	21.681,200	»	»	30.752,700	»

En 95% entrega pronta se ha vendido a precios que varian entre 15/6 i 15/4, la mayoría son pequeñas partidas en puertos determinados para completar cargamentos. Para entrega mas adelante solamente hemos oido de una venta de 1,500 toneladas mensuales Setiembre a Noviembre a 16/- fuera de la venta arriba mencionada hecha ayer por la Asociacion de 2,000 toneladas mensuales Octubre a 16/7, Noviembre a 16/10 i Diciembre 1920 a Marzo 1921 a 17/-, siendo los precios de la Asociacion con el «fall clause».

No hemos oido de transaccion alguna por calidad refinada, la que no está mui en demanda por el momento.

ORO

El premio diario (compradores) de la Bolsa durante la quincena fué como sigue:

El dia	5	del presente	81.80%	Cambio	21-5/16 d.
»	7	»	83.50%	»	21-1/4 d.
»	8	»	80%	»	21-1/8 d.
»	9	»	82%	»	21 d.
»	10	»	81.50%	»	21 d.
»	11	»	81.50%	»	21 d.
»	12	»	81%	»	20-13/16 d.
»	14	»	82.50%	»	20-7/8 d.
»	15	»	85%	»	20-13/16 d.
»	16	»	84.50%	»	20-3/4 d.

Cerrando hoi 17 del presente a las 4.30 P. M. a 82%. Cambio 20-1/4 d.

CAMBIO

El cambio abrió el dia 5 del presente a 11-3/4 d. para bajar a 11-7/16 d. el dia 7, continuando de baja como sigue: El dia 8 pte. 11-19/32 d. el dia 9 11-13/32 d. quedando sin variacion el dia 10, pero el dia 11 reaccionó a

11-15/32 d. para bajar nuevamente el 14 a 11-3/8d., el día 15 a 11-1/8 d. i el 16 a 11-3/16 d.

El cambio cierra finalmente hoy 17 del presente a las 4.30 P. M., a 11-7/32d. para letras de primera clase sobre Londres a 90 días vista. Letras pagaderas en oro a 20-1/4 d.

El Banco de Chile jira a 11-5/32 d.

CARBON

El mercado en jeneral ha continuado mui firme, habiéndose efectuado varias transacciones durante la quincena a precios que a continuacion detallamos.

Dos lotes salidas Julio-Agosto i Agosto-Setiembre a 120/-, dos cargamentos salida Julio a 125/- todo para Antofagasta, un cargamento salida Junio a 130/- para un puerto salitrero i dos lotes en viaje a 180/- i 190/- para Valparaiso, todos estos cargamentos marca «Pocahontas».

El Australiano se revendió un cargamento salida por velero Agosto-Setiembre de «West Wallsend» a 127/6 para Iquique, i tres lotes salida Octubre-Diciembre a 130/- misma marca i puerto, i un cargamento de «Lambton» o «Burwood» salida Octubre a 130/- para Iquique.

Cotizamos Americano 130/- a 140/-, Australiano 130/- a 135/- i Nacional nominal, segun puertos, marcas i fechas de entregas.

PLATA EN BARRAS

La cotizacion recibida de Londres para entrega a tres meses fué de 49-1/8 d.

Cotizamos la plata agria a \$ 32.25 por marco o \$ 140.22 por kilogramo fino puesto a bordo con cambio de 11-1/8 d.



Informes Consulares

COMERCIO DE CARBON MINERAL EN EL SUR DE GALES EN 1919

El comercio de carbon en el año último sufrió graves alternativas, causadas por la intranquilidad producida por huelgas i fervorosas contiendas. Afortunadamente el buen sentido jeneral de los mineros, el espíritu conciliador de sus jefes i la habilidad de los agentes del Gobierno prevalecieron i aseguraron la paz industrial i comercial tan seriamente amenazadas. Los mineros obtuvieron por medios pacíficos, una serie de reformas sin precedente en la historia de la industria carbonífera.

La Federacion de los mineros de la Gran Bretaña presentó un formidable programa, cuyos principales puntos son: 1.º Seis horas diarias de trabajo; 2.º Nacionalizacion de las minas; 30% aumento de los salarios.

Una mayoría de 274,000 mineros votó en favor de la continuacion del control del Estado i de un Congreso de la Triple Alianza con el objeto de formular un programa i frustrar los esfuerzos hechos por los dueños de las minas, de los ferrocarriles i los buques de la marina mercante para librarse de las restricciones impuestas por el Gobierno.

La Federacion exigió las reformas acordadas i el Gobierno ofreció un aumento de dos chelines en los salarios semanales i una investigacion sobre la cuestion del control de las minas. La respuesta fué inmediata i final. La oferta del Gobierno fué rechazada por una gran mayoría de los mineros i una huelga nacional parecia inevitable.

El Gobierno convocó una Comision Real bajo la presidencia del Magistrado Sankey i dicha Comision, despues de una investigacion laboriosa, espidió un informe interin ántes de cumplirse el plazo de las notificaciones de la huelga declarada, haciendo las siguientes sujestiones i que fueron aceptadas por el Gobierno: 1.º Un aumento inmediato de 2 chelines diarios; 2.º Siete horas diarias de trabajo durante Julio adelante hasta Julio de 1921, cuando serán reducidas a seis, si las condiciones económicas lo permiten; 3.º Un informe especial posterior sobre la pretendida nacionalizacion de las minas. Los mineros aceptaron estas concesiones por una gran mayoría. El aumento de los salarios causa un aumento anual de £ 30.000,000 en la produccion del carbon, además de la considerable reduccion de las horas de trabajo que se calcula en £ 1.300,000 i de un penique sobre cada tonelada que producirá un millon de libras para mejorar las habitaciones de los mineros.

La Comision espidió en vez de un informe final cuatro informes que causaron gran emocion en todo el pais. El Presidente recomendó: 1.º La

compra a precios equitativos de los derechos de los dueños de los terrenos; 2.º La aceptación del principio de nacionalización; 3.º Un proyecto de administración local con consejos seccionales i nacionales; 4.º La final adquisición de las minas por el Estado, después de tres años.

Para balancear las pérdidas causadas por el aumento de los salarios i la reducción de las horas de trabajo, se propuso reducir las ganancias de los dueños de las minas a un chelin i dos peniques por tonelada del carbon producido. Tomando por base 250 millones de toneladas las ganancias así producidas darían una suma de £ 15 millones en vez de los £ 54 millones producidos con los anteriores salarios i horas de trabajo, quedando así un balance de £ 39 millones para pagar el alza del precio de producción.

Los representantes independientes aprobaron el informe del Presidente de la Comisión, con excepción de algunos de sus detalles. Los de los mineros se opusieron al pago por compensación a los dueños de los terrenos en donde están situadas las minas. Los de los propietarios de las minas se opusieron a la nacionalización de éstas en cualquiera forma, aunque aceptaron la compra de los derechos de los dueños de los terrenos por el Estado. Aconsejaron, además, el establecimiento de un Consejo Nacional para la administración de la industria carbonífera con la cooperación de consejos locales i comités de socavones.

Uno de estos representantes, aunque contrario al principio de nacionalización, sugirió un proyecto de amalgamación de los intereses de la industria minera de varios distritos en la forma de compañías estatutarias.

El Gobierno, cumpliendo con las sugerencias del Presidente de la Comisión, presentó un proyecto de ley reduciendo a un chelin i dos peniques por tonelada las ganancias de los dueños de las minas i estableciendo un sistema misto de organización administrativa; pero rechazando el principio de nacionalización. Las dos partes contendientes se opusieron decididamente i el proyecto fué retirado, quedando así pendientes estas disturbantes cuestiones i una incertidumbre perjudicial a la reconstrucción de la industria, cuyo desarrollo ha paralizado ofreciendo al capital invertido un mediocre interés de 2 a 3%.

El resultado del alza de los salarios i de la reducción de las horas de trabajo fué un aumento de seis chelines por tonelada del precio del carbon desde el 16 de Julio. Este aumento fué censurado por los jefes de los mineros, quienes lo consideraron como una mera maniobra política contra el principio de nacionalización. El Gobierno ofreció suspender este aumento durante tres meses si los mineros prometían no declarar huelga alguna en las minas durante este período; propuesta que fué rechazada. El precio del carbon para el consumo interno fué disminuido desde el 1.º de Diciembre en 9 chelines por tonelada, por razón de las considerables ganancias realizadas en las ventas del carbon esportado.

Los precios de éste variaron de 50% por tonelada, al principio del

año, a 110/- en Diciembre, del carbon de primera clase i de 47/6 a 105/- del de segunda; los de las briquetas de combustible de patente, de 45/- a 107/-; i los del coke de 70/- a 115/-.

La produccion de carbon en Gran Bretaña en 1914 fué: 265.664,393 toneladas i la del Sur de Gales, 53.878,728; en 1919, 223.315,000 en todo el pais i en el Sur de Gales, 46.250,000.

Las esportaciones en el Sur de Gales durante 1919 subieron a 21.505,000 toneladas, cuyo valor se calcula en £ 80.643,750. En 1914 las esportaciones excedieron a éstas en 4.972,787 toneladas; pero el valor en 1919 excedió al de 1914 en £ 40.931,580.

El siguiente es un cuadro comparativo entre los precios (término medio) de los fletes en 1914 i en 1919.

	1914	1919	
Amberes.....	4/-	56/-	por tonelada.
Barcelona.....	9/6	68/-	» »
Burdeos.....	6/-	45/-	» »
Buenos Aires.....	14/-	48/-	» »
Marsella.....	8/-	56/-	» »
Rio Janeiro.....	14/-	50/-	» »
Venecia.....	10/-	92/-	» »

Los cuadros de las importaciones no se han publicado todavía. Cuando se publiquen formularemos un informe suplementario con los detalles de las importaciones i los del movimiento marítimo, cuyos pormenores tampoco se han publicado. Los artículos importados están clasificados así: armamentos, provisiones militares i navales, productos químicos, trigo i granos, algodón bruto, huevos, frutas, maquinaria, carne fresca i conjelada, minerales de cobre i fierro, leche condensada, petróleo, margarina, papel i pulpa para papel, resina, cueros i pieles, azúcar, tabaco, cebollas, patatas, madera i puntales de madera i varios otros artículos. Se calcula en mas de £ 20.000,000 el valor de los productos importados en 1919, solamente en Cardiff.

A. ALDANA,
Cónsul de Chile.

Rocas del Volcan Osorno (1)

Las rocas descritas en el presente trabajo fueron coleccionadas por el Cónsul señor Dr. Ochsenius durante una espedicion que efectuó en compañía del Dr. Philippi al volcan Osorno o Pise en el año 1852 i llegaron a mi poder, para fines de investigacion, por intermedio del señor Profesor Bücking. Me permito aquí espresar mis mejores agradecimientos al Doctor Ochsenius por haberme proporcionado este material.

Sobre la distribucion jeolójica de las diferentes rocas, así como de sus relaciones mutuas, apénas puedo aventurar algo, a pesar de la cuidada etiqetadura. Tengo que limitarme a una descripcion petrográfica de las muestras de que dispongo.

Fuera del informe del Dr. Philippi (2) sobre la espedicion, conozco mui poco la literatura referente al Osorno. Datos petrográficos sobre las rocas de esta rejion se encuentran en el Apéndice de Pöhlmann a la obra de H. Steffen, «Contribucion a la topografía i jeolojía de la rejion andina de Llanquihue» (3), en que se describe una lava de andesita aujítica de Osorno. Ademas, Moericke menciona en su «Estudio jeolójico i petrográfico de los Andes chilenos». (Actas de la Academia de Berlin, clase de física i matemáticas, 1896, páj. 1169) que visitó el Osorno e indica que sus lavas contienen ménos olivina que las de los demas volcanes chilenos. Diversas publicaciones mas antiguas de índole jeográfica, citadas en la obra de Steffen, son de escasa importancia para la presente investigacion.

El Osorno se compone, principalmente, de material suelto, lapilli i tobas, atravesado por numerosos bancos i filones de lava compacta. Describiré los ejemplares que tengo a la vista, ordenándolos segun el lugar de su procedencia.

Empezaré con la descripcion de cierto número de ejemplares de la *punta Pichijuan* (1), que es una loma de la falda noreste del volcan. Lo he marcado en mi esquema a indicacion de Ochsenius i no se halla en los mapas usuales. Se compone principalmente de toba volcánica, atravesada por filones i bancos, al parecer, de diversas clases i que, a menudo, muestran separacion en columnas. Uno de éstos, por ejemplo, se parece a un pórfido rojo, otro a una pizarra silicosa (l. c. p. 109).

(1) Anales de la Universidad de Chile. Tomo X, páj. 107-110. 1853.

(2) Gestschrift zum 60. Geburtstage des Prof. Greiherrn v. Richthofen.

(3) No confundir con el cerro Pichijuan en la ribera meridional del Llanquihue.

I.—ROCAS CON ASPECTO DE PIZARRA SILICOSA CON CRISTALES DE FELDESPATO, QUE SE ENCONTRARON RESPECTIVAMENTE EN UN FILON DE ESTRUCTURA COLUMNAR I EN UN FILON SEPARADO EN COLUMNAS HORIZONTALES DE LA PUNTA PICHIJUAN.

Ambos ejemplares son tan semejantes, que podemos describirlos conjuntamente. En una masa fundamental compacta vítrea se observan cristaltitos aislados de plajioclasa i algunos granos oscuros de aujita. Bajo el microscopio se revela la masa como vidrio pardo oscuro que contiene numerosos microlitos de aujita i granitos de magnetita, los que, por estar en parte amontonados, comunican el aspecto de una estructura en fajas. Se han segregado cristales aislados claros de plajioclasa que, debido a su gran oblicuidad de estincion, pertenecen a la serie de la bytownita; además octaedros de magnetita i aujita monosimétricas verde pálidas i débilmente pleocroíticas. Hai cristales escasos de apatita al lado de agujas de aujita, de masa vítrea i de granos de magnetita encerrados en plajioclasa.

2.—BANCO DE LAVA EN LA PUNTA PICHIJUAN

En una masa fundamental escoriácea de color gris oscuro i con poros blancos i alargados yacen muchos cristales de feldespato i granos bastante grandes de olivino.

El *feldespato* es una plajioclasa básica, a veces con pocas, a veces con muchas inclusiones de masa fundamental, que casi siempre se presentan irregularmente i raras veces distribuidas en zonas. Muestra en luz polarizada estructura zonar i en parte, conjuntamente, estincion ondulosa, especialmente en la vecindad de las inclusiones. Hai fenómenos de corrosion i de crecimiento, pero no con frecuencia. El *olivino* es frecuente i se presenta en granos redondeados jeneralmente rodeados de una corona de granitos de aujita. No se encuentran cristales porfíricos de *aujita*.

La masa fundamental se compone de astillas de plajioclasa, columnitas i granitos de aujita, bastante magnetita i masa vítrea parda.

3.—LAVA DE LA PUNTA PICHIJUAN

En una masa fundamental porosa, oscura i algo vítrea, yacen numerosos cristales de plajioclasa bastante grandes (mas o ménos 5 mm. de diámetro), redondeados, de color claro; a menudo tienen estructura zonar. Pueden reconocerse aujitas aisladas oscuras, monoclinicas; falta olivino.

Bajo el microscopio, la plajioclasa segregada muestra en algunas partes gran cantidad de inclusiones de masa fundamental dispuesta en zonas. Los cristales aislados se componen jeneralmente de pocas lamelas de jmelos; la oblicuidad de estincion en los cortes segun la base es grande, mas

o menos 20°. El feldespato se deja aislar fácil i cómodamente mediante un electroiman, que permite separarlo de la masa fundamental rica en fierro i de las astillas de feldespato rico en inclusiones. Repitiendo varias veces el procedimiento, se obtiene un polvo limpio i claro de astillas de feldespato libres de inclusiones. La solución de Thoulet no sirve en este caso, porque hai partículas de la masa fundamental del mismo peso exactamente que el feldespato, cuyo peso específico se determinó i es igual a 2,731.

En concordancia con estos datos i con la oblicuidad de estinción se halla el resultado del análisis que damos a continuación, bajo I. Estas cifras corresponden mejor a la mezcla $Ab^1 An^4$ que exige (según Tschermak, resp. Dana) las siguientes cantidades:

	I	II
SiO ²	48,52	48,0
Al ² O ³	32,01	33,4
Fe ² O ³	0,63	0,0
CaO	16,41	16,3
MgO	ind.	0,0
K ² O	0,0	0,0
Na ² O	2,76	2,3
	<hr/>	<hr/>
Suma	100,33	100,0
P. esp.	2,731	2,735

Se trata, pues, de una plajioclasa mui básica de la serie de la bytownita.

La masa fundamental se compone de astillitas de plajioclasa, cristales de aujita i granitos de magnetita. Entre éstos se halla intercalado bastante vidrio pardo.

La composición de la roca entera (se molió una cantidad bastante grande i no se separaron los cristales porfiricos de feldespato) queda indicada por el análisis III:

III	
SiO ²	54,58
Al ² O ³	23,21
Fe ² O ³	5,33
FeO	2,44
CaO	11,37
MgO	0,76
Na ² O	2,69
K ² O	0,0
	<hr/>
Suma	100,38

La cantidad reducida de magnesia guarda estrecha relacion con la ausencia, tanto micro como macroscópica del olivino.

4.—ROCA PARECIDA A PÓRFIDO ROJO, P. PICHIJUAN

De esta roca, que aparece en forma de filon o de banco en las tobas de la punta Pichijuan (compárese Philippi, etc., p. 109), tengo dos variedades, cuyas diferencias esternas residen únicamente en la cantidad de inclusiones feldespáticas. Ambas variedades tienen una masa fundamental compacta, en parte gris oscura, pero en jeneral, de color rojo pardusco oscuro.

Uno de los ejemplares contiene muchos cristales porfíricos de plajioclasa, que muestran a menudo estincion ondulosa i pertenecen talvez a la serie de la bytownita. El feldespato contiene en algunas partes numerosas inclusiones de vidrio i de masa fundamental. Además, se encuentra en esta roca mucha aujita segregada jeneralmente en forma de granos redondeados. Estos son monoclinicos i tienen pleocroismo notable: *c* verdoso claro, *b* pardo amarillento, *a* verde amarilloso claro. Tiene mui pocas inclusiones i son de magnetita i vidrio. Sigue en cantidad a la aujita, olivino en granos redondeados con productos de descomposicion rojos. La masa fundamental coloreada con muchas inclusiones de fierro se compone de estrellitas de plajioclasa como tambien de granos de aujita i magnetita. Quizas exista tambien masa vidriosa, pero no se puede evidenciar con seguridad.

En el otro ejemplar las inclusiones feldespáticas son mas raras i pequeñas i la masa fundamental está mas llena de compuestos de fierro. Debido a una disposicion paralela de las astillas de feldespato presenta la roca una estructura fluidal. Parece que falta el olivino. No se encontró olivino fresco i no se puede asegurar que los granos rojos aislados del corte sean olivino descompuesto, por falta de formas cristalográficas, i si se considera, además, que la aujita muestra en este corte bordes rojos mui semejantes a los que presenta jeneralmente el olivino.

Debemos agregar aquí una

5.—INCLUSIÓN EN UNA ROCA ROJA DE ASPECTO PORFÍRICO DE PUNTA PICHIJUAN

Es una roca feldespática coloreada débilmente de rojo, blanda. Bajo el microscopio se reconoce, además, aujita. El feldespato muestra una oblicuidad de estincion mas reducida que las demas muestras examinadas, a saber, alrededor de 9° sobre la base. El peso específico, determinado en la solucion de Thoulet, es 2,704. La plajioclasa en referencia pertenece,

pues, a los miembros ácidos de la serie de la labradorita. Entre los individuos feldespáticos yacen granos de aujita redondeados i cristales prismáticos mas pequeños de aujita. Estos últimos se hallan incluidos tambien en el feldespato i en algunas partes presentan una coloracion rojiza debido a compuestos de hierro.

Parece que existe poca cantidad de una masa vítrea globulítica. La apatita aparece en agujas como inclusiones en el feldespato. Se comprobó la existencia de la magnetita i, además, la de la ilmenita; esta última queda como residuo del ataque con HCl dil. i ác. fluorhídrico.

Segun su forma i composicion, la inclusion no debe considerarse como fragmento de una roca mas antigua, sino como una segregacion. Podria ser tambien un pedazo de lava mas antigua.

6.—LAVA DE LA PUNTA PICHIJUAN

En una masa fundamental gris, finamente porosa, se pueden reconocer algunos cristalitas de feldespato. En el corte microscópico se encuentran, además de las inclusiones de plajioclasa, algunas de aujita monoclinica débilmente pleocroítica. La masa fundamental contiene gran cantidad de una basa vidriosa parda clara, que contiene dispuestas fuldualmente astillas de plajioclasa, agujas de aujita i granitos de magnetita. Los cristales de feldespato a menudo no presentan estrías de gemelos. Una preparacion con ácido fluosilícico demostró la ausencia de potasio. No hai olivino, ni como inclusion, ni como constituyente de la masa fundamental.

7.—LAVA COMPACTA I TENAZ DE LA PUNTA PICHIJUAN

En una masa fundamental gris compacta hai numerosos cristales tabulares de plajioclasa, hasta de 2 por 4 mm., i con estrías de gemelos bien perceptibles; además, granos de olivino (tamaño hasta 2 mm.) verde amarillentos, con fractura concoidea. Bajo el microscopio, muestra a veces la plajioclasa estructura zonar. Contiene muchas inclusiones de masa fundamental i de vidrio, casi siempre agrupadas en zonas, pero a veces solo en el centro. Raro es encontrar formas de crecimiento. El olivino está bien fresco i aparece en granos i cristales bien conformados i presenta fenómenos de corrosion. Escasas son las inclusiones de vidrio, masa fundamental, magnetita, talvez espinela. Falta la aujita en grandes cristales porfiricos. La masa fundamental se compone de astillas de plajioclasa, granos de aujita i magnetita. Entrelazadas con estos minerales hállase una basa vítrea parda clara, a veces de estructura globulítica que, a veces, parece estar descompuesta i tiene, entónces, el aspecto de una masa fibrosa. Algunos granitos aislados pardo oscuros transparentes parecen ser perowskita.

Es importante observar que, mientras en las demas rocas hai comunmente pronunciada diferencia de tamaño entre el feldespato porfírico segregado i los de masa fundamental, en esta variedad no sucede tal cosa, pues todos los tamaños se hallan relacionados por una transición continua.

8.—LAVA DE COLOR GRIS CLARO, TENAZ, CON CRISTALES MUI CHICOS DE FELDESPATO, EN UN BANCO DE LA PUNTA PICHIJUAN

Mui parecida a la anterior, pero los cristales de plajioclasa son mas numerosos i mas chicos. En el corte se reconocen individuos aislados de aujita porfírica que faltan en la roca anterior.

9.—ROCA DE FILON QUE SE DISTINGUE POR TENER MUCHO OLIVINO NEGRO.—PUNTA PICHIJUAN

En una masa fundamental compacta gris clara se han agregado numerosos cristales de feldespato i granos de olivino. Bajo el microscopio no se distingue la plajioclasa de las que se han descrito anteriormente; los individuos consisten en pocas láminas. El olivino aparece en granos redondeados, que a veces presentan un borde oscuro de magnetita i muestran, en algunas partes, buen clivaje segun dos pinacoides. Falta aujita porfírica. La masa fundamental de estructura hialopilitica se compone de astillias de plajioclasa, cristales de aujita, granos de magnetita i algo de una base vidriosa intercalada.

10.—LAVA, EN FORMA DE FILON EN UNA CORRIENTE DE LAVA EN LA PUNTA PICHIJUAN

Por su aspecto exterior tiene un parecido extraordinario con la anterior, pero la masa fundamental es algo mas oscura. La investigación microscópica demostró la ausencia de olivino i que los granos verdes perceptibles a ojo desnudo eran de aujita monoclinica. Esta es mui pleocroítica, con los mismos colores, aunque mas nítida, que los de la muestra N.º 4 (*c* verde claro, *b* verde amarillo, *a* pardo amarillo con tendencia a verde). Algunos individuos muestran en sus bordes una zona granular delgada. Las aujitas de la masa fundamental son de color relativamente claro; no es raro encontrar feldespatos sin estrías en la masa fundamental.

11.—TCEA VOICÁNICA AMARILLO-PARDUSCA.—PUNTA PICHIJUAN

En la masa bastante suelta, pardo amarillenta, algo descompuesta, se distinguen a ojo desnudo algunos trozos esquinados o redondeados de lava compacta o porosa. Bajo el microscopio, en una masa vítrea porosa,

pardo amarillenta, se reconocen cristales o fragmentos de plajioclasa, olivino i aujita, compuestos del fierro de color rojo hasta pardo i pedazos de rocas comunmente ricas en vidrio. Estos fragmentos o «lapilli» contienen, a veces, olivino, otras veces, nada. Presentan el aspecto jeneral de las lavas del Osorno i carecen de cualquier otro carácter particular.

12.—LAVAS PARDAS, DEL LECHO DE TOBAS MAS ABAJO DE LA PUNTA PICHIJUAN

Son piedras pómez redondeadas, porosas, de color pardo oscuro, en la que se distinguen granos aislados de plajioclasa i aujita. El vidrio poroso i pardo que predomina está lleno de microlitos de aujita, de granos opacos i astillitas mui aisladas de feldespató. En uno de los ejemplares estudiados hai una pequeña inclusion de una roca blanca, de grano fino, que, bajo el microscopio, resultó ser un agregado de granos finos en que predomina el cuarzo. En esta misma hai inclusiones de vidrio i granitos de zirconio. Los demas constituyentes son: algo de biotita, escasos cristales de aujita i un mineral incoloro, probablemente feldespató.

13.—CONGLOMERADO NEGRO DE LA PUNTA PICHIJUAN

Poseo dos ejemplares: uno fresco, parte de un trozo mas grande con separacion en bolas, i el otro algo descompuesto, pero en lo demas, igual al primero. Son fragmentos de una lava rica en vidrio, oscura i algo porosa, con pocas inclusiones de plajioclasa, que yacian en conglomerado o bien, lo componian. El exámen macroscópico nos revela todavía granos de olivino i aujita aislados. La plajioclasa tiene a menudo estructura zonar i, entónces, obsérvase mui bien que el núcleo es mas básico que los bordes. Contiene numerosas inclusiones de masa fundamental. El olivino forma cristales bastante grandes, que poseen una corona de granos de aujita. La aujita es monoclinica i mui débilmente pleocroítica. La masa fundamental se compone principalmente de vidrio pardo en que yacen agujas de aujita, astillas de plajioclasa i granos de magnetita. Los poros están rellenos en parte por una masa amarillenta que obra débilmente sobre la luz polarizada, insoluble en ácido clorhídrico diluido i que, debido a la cantidad reducida en que se encuentra, ha sido imposible determinar mas completamente.

Como último ejemplar de la Punta Pichijuan agregaremos una

14.—PIEDRA ARROJADA POR EL VOLCÁN, PUNTA PICHIJUAN, EN UNA MASA DE ASPECTO DE PIEDRA CÓRNEA QUE CONTIENE CRISTALES DE HORNBLENDA

La roca se compone de plajioclasa bastante fresca en cristales grandes idiomorfos que, debido a su ángulo de estincion de 10°, pertenecen a la

andesina i hasta a la labradorita. Entre estos cristales hai una masa de grano fino de plajioclasa i cuarzo. Como constituyente de color hai hornblenda verde cralitizada que, en algunas partes, muestra mui bien los contornos de la aujita que anteriormente existia. Accesoriamente aparecen ilmenita con algo de leucoxena, magnetita en pequeños granos i apatita. La roca es granuda, a veces muestra imperfectamente una estructura radial diverjente. Pertenece probablemente a la familia de las *diabasas*. Como el ejemplar no muestra indicios de fusion i presenta una superficie redondeada, me parece dudoso considerarla como piedra arrojada por el volcán, como dice la etiqueta. Sin embargo, quiero referirme a lo que dice Philippi al final de su informe: «Entre las escorias del volcán hallé piedra pómez en circunstancias que me hacen creer que ha sido arrojada por el mismo volcán; entre los demas materiales incoherentes arrojados por el volcán, encontré tambien algunas rocas pertenecientes a la gran formacion de *roca verde*». (Ph. I. c. p. 110). Esta diabasa pertenece sin duda alguna a las *rocas verdes*.

Las rocas que siguen a continuacion tienen en todo un carácter uniforme.

15.—LAVA CON NUMEROSOS CRISTALES DE FELDESPATO I ESCASOS DE OLIVINO, DE UNA CORRIENTE EN LAS CERCANÍAS DE NUESTRO CAMPAMENTO EN LA FALDA NORTE DEL VOLCAN.

En realidad, la roca es mui rica en inclusiones de plajioclasa de lustre vítreo, alargadas segun el clinoeje hasta alcanzar una longitud de 5 mm. Entre éstas se observa una masa fundamental compacta gris oscura, en cantidad menor que la plajioclasa. A ojo desnudo se ven algunos granos de olivino bastante grandes. En corte se ve que la roca es bastante rica en olivino, pero la mayoría de los individuos son pequeños granitos redondos ($\frac{1}{2}$ mm. de diámetro). Falta la aujita porfírica. La masa fundamental filotaxítica (no se puede reconocer con seguridad una base vítrea) es mas compacta, es decir, los constituyentes plajioclasa, aujita i magnetita, se presentan en individuos mas pequeños que en la jeneralidad de las otras lavas sin vidrio del Osorno.

16.—LAVA DE UNA CORRIENTE FRENTE A NUESTRO CAMPAMENTO.—
PARTE INTERIOR.—FALDA NORTE DEL VOLCAN

Masa fundamental gris clara, en que reconecemos numerosos cristales de feldespato i algunos cristales de olivino. La plajioclasa muestra a veces fenómenos de crecimiento; tambien se presenta en cristales quebrados i en ejemplares con lamelas dobladas. Falta aujita porfírica; el olivino tiene una aureola de granos de magnetita. La masa fundamental se compone

de astillas de plajioclasa, prismas i granos de aujita, magnetita i algo de una masa vítrea pardusca.

17.—LAVA DE UNA CORRIENTE FRENTE A NUESTRO CAMPAMENTO
PARTE ESTERIOR

La roca se parece del todo a la N.º 2 de la Punta Pichijuan. Esteriormente se diferencia de aquélla por el color oscuro i porosidad de la masa fundamental que, al microscopio, revela ser rica en vidrio pardo i granos de magnetita. Tambien faltan aquí segregados porfíricos de aujita.

18.—LAVA, NOTABLE POR SUS CRISTALES DE OLIVINO.—CERCA DE NUESTRO
CAMPAMENTO EN LA PARTE NORTE DEL VOLCAN

Contiene en una masa fundamental compacta, gris, relativamente gran cantidad de granos de olivino bastante grandes i cristales pequeños de plajioclasa. En el corte microscópico se observa, ademas, aujita monoclnica con pleocroismo bastante fuerte, *c* verde claro, *b* pardo rojizo, *a* mas claro que *b* con tendencia a verde, o sea, igual a la N.º 4 i la N.º 10.

19.—ORILLA DEL ESTERO PILINCO EN LA FALDA NORTE DEL VOLCAN

Poco compacta, gris claro, con mui pocos segregados porfíricos de feldespato i olivino. Bajo el microscopio tampoco muestra una estructura porfírica tan marcada como las demas. Al lado de plajioclasa con gemelos, etc., que en los cortes segun la base tienen un ángulo de estincion de 10º a lo sumo, hai bastante feldespato sin estrias; pero con ácido fluosilícico no se comprobó la presencia de potasio. El feldespato se presenta en forma de astillas en disposicion algo fluidal i con inclusiones de vidrio, masa fundamental, aujita i magnetita. El otro constituyente principal de la roca es una aujita bastante clara en granos i cristalitos prismáticos. El olivino es mui escaso i se presenta en granos redondos envueltos en una aureola de granos de aujita. Intercalada, hai una base vítrea incolora llena, en parte, de poros producidos por vapor.

20.—ESCORIA DE LA FALDA NORTE DEL PISE

Escorias porosas pardas con segregaciones de plajioclasa rica en inclusiones vítreas i de granos de olivino. Parece que falta aujita. La masa fundamental se compone de vidrio pardo que contiene astillas de plajioclasa.

21.—PIEDRA PÓMEZ AZULADA.—FALDA NORTE DEL PISE

Piedra pómez gris azul, blanda, en parte pizarrosa. Bajo el microscopio se observa en el vidrio poroso incoloro gran número de granitos de magnetita i pequeñas agujas casi incoloras de aujita. Son escasos los ejemplares mayores de plajioclasa i aujita. No pude determinar unas hojitas hexagonales incoloras que a veces se encuentran i que, por su delgadez, no actúan sobre la luz polarizada; no seria raro que hubiera tridimita.

22.—PIEDRA ARROJADA POR EL VOLCAN; ENCONTRADA EN LA FALDA MERIDIONAL DEL MISMO.—SE COMPONE, AL PARECER, DE CUARZO, FELDESPATO, HORNBLENDA I CLORITA.

Los constituyentes principales de la roca son cuarzo, ortoclasa, plajioclasa, hornblenda parda con buen clivaje i masa verde fibrosa pleocroítica (amarillo-verde), talvez de micas descompuestas. Como accesorios, respectivamente secundarios, aparecen apatita, magnetita, titanita, zirconio, epidota. El cuarzo contiene muchas inclusiones, en parte, con libélulas móviles. La estructura es granuda. Segun lo anterior, esta roca podria clasificarse como granito anfibólico o sienita rica en cuarzo, ejemplares de los cuales han sido descritos algunos por Pohlmann encontrados en el Lago Todos los Santos. No hai indicios de fusion, la superficie aparece redondeada. Podemos decir de este ejemplar lo mismo que dijimos del N.º 14.

23.—LAVA CON NUMEROSOS CRISTALES DE FELDESPATO, ESCASOS DE OLIVINO—CORRIENTE PRÓXIMA A NUESTRO CAMPAMENTO EN LA FALDA OCCIDENTAL DEL VOLCAN.

La masa fundamental algo porosa contiene poco vidrio i bastante magnetita. Los granos de olivino segregados tienen a menudo aureolas i, a veces, numerosas inclusiones de magnetita. Como segregacion, encontramos tambien aujita monoclinica débilmente pleocroítica.

24.—PARTE EXTERIOR DE LA CORRIENTE DE LAVA EN LA FALDA OCCIDENTAL, CERCA DEL CAMPAMENTO

La roca es algo mas compacta que la anterior i la masa fundamental contiene bastante vidrio pardo.

25.—LAVA DEL PIÉ ORIENTAL DEL PISE, VOLCAN OSORNO, CERCA DEL LAGO TODOS LOS SANTOS

En una masa fundamental compacta gris clara yacen numerosas inclusiones de feldespato con lustre vítreo i granos aislados de olivino. La plajioclasa contiene muchas inclusiones de masa fundamental, aujita i

magnetita. Falta aujita porfírica segregada. La masa fundamental se compone de plajioclasa, aujita, magnetita i mui poca base vítrea. La roca es mui parecida a la N.º 15.

26.—PIEDRA PÓMEZ EN EL PIÉ ORIENTAL DEL VOLCAN, MEZCLADA
CON OTROS «LAPILLIS»

Roca parda con poros redondos que contiene en un vidrio pardo claro, mui poroso i estriado, pocos cristales segregados de plajioclasa, aujita i magnetita.

27.—LAVA DE UNA ROCA DE LAS NIEVES ETERNAS, 600 A 800 PIÉS
MAS O MÉNOS BAJO LA CUMBRE DEL VOLCAN

En una masa fundamental negra algo porosa yacen astillitas blancas de plajioclasa i pocos granos de olivino. Bajo el microscopio muestra el olivino un borde de magnetita. Falta aujita porfírica. La masa fundamental es mui compacta; contiene mucha magnetita, aujita, comunmente con granos redondos, plajioclasa en astillas. La oblicuidad de estincion de la plajioclasa de la masa fundamental parece ser mas reducida que en los cristales porfíricos. Hai mui poco vidrio.

28.—LAPILLI: CONSTITUYE TALVEZ LOS 9/10 DE LA SUPERFICIE
DEL VOLCAN

Se compone de vidrio pardo poroso, que contiene relativamente gran cantidad de segregados feldespáticos. Es una plajioclasa con gran oblicuidad de estincion, igual a la de la lava compacta.

29.—ROCA VERDE (?).—AL PIÉ DE «LA PICADA» AL FRENTE DEL
VOLCAN OSORNO, EN DIRECCION NORESTE

En una masa compacta, gris verdosa, hai cristales tabulares brillantes de feldespato. El aspecto es el de una roca traquítica o fonolítica. Tambien, bajo el microscopio se observa que esta roca se aparta bastante de las rocas propiamente tales del Osorno. El feldespato segregado es, en parte, ortoclasa con gemelos de Karlsbad, en parte, plajioclasa con ángulo de estincion bastante reducido. La masa fundamental se compone de astillas mui pequeñas de feldespato, granitos de aujita, magnetita i productos de descomposicion amarillentos cuya procedencia no se esplica bien. En algunos puntos hai bastante apatita. No es raro encontrar zirconio en granos finisimos. La roca no se jaliniza con ácido clorhídrico i el filtrado no contiene sodio. La roca es, pues, una *traquita de sanidina*.

Debemos mencionar todavía algunos ejemplares de *granitos* con piritita del Lago de Todos los Santos, que, en parte, son granititos de grano fino, en parte, granititos anfibólicos de grano fino i que concuerdan con los ejemplares de esa misma rejion descritos por Pöhlmann. Una «roca verde de los cerros en el lado oriental del Lago Todos los Santos», se compone principalmente de epidota con algo de hornblenda fibrosa verde i cuarzo.

CONCLUSION

Consideraremos en conjunto las lavas descritas en el presente estudio. Vemos que presentan una composicion mui uniforme. Es comun a todas una masa fundamental de estructura hialopilitica que se compone de plajioclasa, aujita, magnetita i cantidad variable de masa vítrea, así como tambien de una plajioclasa segregada porfiricamente i que pertenece a la serie de la bytownita. Al lado de estos minerales hállase segregada en todas las rocas, ya sea olivino, ya sea aujita, o ámbas a la vez. Podríamos distinguir, pues, entre rocas sin olivino i con olivino. Ademas, podríamos distinguir entre rocas en que solo aparece aujita en la masa fundamental i aquella que tienen aujita profrica, i estas últimas podrian subdividirse en dos grupos, segun que la aujita fuera pleocroítica o no.

No hice esta clasificacion intencionalmente i por las razones siguientes la falta o presencia del olivino, por ejemplo, no va acompañada de ninguna particularidad en los demas caracteres de la roca. Una lava sin olivino i otra con olivino se parecen tanto que, en las partes de esta última en que no hai granos de olivino, no cabe hacer distincion entre ellas. La lei en olivino es, ademas, mui variable, de modo que puede suponerse fundadamente que los ejemplares con i sin olivino pertenecen, no a filones distintos, sino únicamente a distintas partes de un mismo macizo rocoso. Lo mismo puede decirse respecto a la presencia de la aujita porfirica, respectivamente aujita pleocroítica. Para esclarecer mas estos hechos seria necesario estudiar mas detenidamente la rejion de procedencia i, como esto no es posible para mí, debo suspender mi juicio sobre la dependencia mutua de las diferentes rocas.

Respecto a la clasificacion sistemática de nuestras lavas, debemos considerarlas como transiciones entre la andesita aujítica i el basalto. Obran en favor de su clasificacion como andesita aujítica la estructura i la presencia de rocas sin olivino, lo que nos permite, en cierto modo, considerar este mineral como constituyente accesorio. Pero pertenecen a los basaltos si nos atenemos principalmente a la composicion química. Puesto que la roca sin olivino analizada por mí tenia una lei tan baja en ácido silícico, debemos admitir que las rocas con olivino, sino son mas básicas, no serán en ningun caso mas ácidas. Por esta razon clasifico las rocas como *basaltos*, si se considera, ademas, que la falta eventual del olivino no difi-

culta, segun las teorías modernas, su clasificacion entre los basaltos i tambien porque la estructura hialopíltica, respectivamente pilotaxítica, de la masa fundamental es bastante comun, por ejemplo, en los basaltos de Westerwald.

Finalmente, podemos considerar las lavas del Osorno, como *basaltos feldespáticos* sin olivino, a veces, con estructura vítrea.

Quiero observar, todavía, que entre los ejemplares vítreos de estos basaltos falta la forma limburjítica, es decir, sin feldespato.

W. BRUHNS.



Indice jeneral del Boletin de la Sociedad Nacional de Minería desde el 15 de Diciembre de 1883 al 31 de Diciembre de 1919.

A

	PÁJS.
Abastecimiento de cobre; Precio i consumo i (1914), pájs. 188 i....	213
Abonos minerales; Memoria anual presentada al Ministerio de Ha- cienda por los señores Thompson Aikman i Cía., que se rela- ciona con el consumo de (1886).....	429
Abonos artificiales consumidos anualmente en la agricultura in- tensiva alemana; Estadística aproximada de las cantidades i valores de los (1894).....	10
Abonos azoados artificiales i semi-artificiales, competidores del salitre chileno i la crisis salitrera actual (1897).....	197
Abonos artificiales; Los (1907).....	337
Abonos azoados sintéticos; Estado actual de la fabricacion de (1908)	325
Abonos azoados artificiales similares al salitre de Chile; Los (1910)	418
Id. id. (1911) pájs. 39 i.....	51
Abonos fosfatados i los yacimientos de apatita en Freirina; Los (1913)	438
Academia de Minas i la Minería de Freiberg (1912).....	121
Accidente topográfico en el departamento de San Carlos i su es- plicacion jeológica; Un (1916).....	66
Accidentes en las minas; Los (1890) pájs. 237 i.....	347
Accidentes del trabajo; Algunas observaciones al proyecto de lei sobre (1912).....	317
Accidentes del trabajo.—Lei N.º 3170, 27 Diciembre 1916 (1917)..	195
Accion volcánica en la formacion de los minerales; Oríjen de las fuentes termales i su relacion con la (1907).....	67
Aceites minerales en la Arjentina; Proyecto de lei para la esplo- racion i explotacion de (1910) pájs. 504 i.....	563

Aceites minerales extranjeros en Alemania; Refinacion del carbon para sustituir los (1918).....	337
Acero; Resistencia del (1887) pájs. 706, 713 i.....	728
Acero para los imanes permanentes; El (1899).....	119
Acero en los hornos eléctricos; la fabricacion del fierro i el (1903)..	365
Acero en los Estados Unidos, Alemania i otros países i las minas de hierro; La industria del hierro i del (1914) pájs. 235, 283, 357 i.....	454
Acero ante la guerra; Los mercados del hierro i del (1914)	337
Acero por medio del horno eléctrico; Practicabilidad de llevar a cabo en Chile la industria del hierro i (1917).....	173
Acero; Progresos de la industria eléctrica del (1917).....	209
Acero; Nuevos puntos de vista en la fabricacion eléctrica de (1917)	333
Acero eléctrico; Produccion de (1918).....	77
Acero i niquel; Temperatura de recocido del (1918).....	81
Acero; Hornos eléctricos para el refinó del (1918).....	83
Acero; Mr. Replogle, Comisionado de la distribucion del (1918). ..	175
Acero de los Estados Unidos; Los factores de costo de las industrias de hierro i (1919).....	9
Aceros; Los (1886).....	411
Aceros electrometalúrgicos; La produccion de (1905).....	354
Aceros especiales; El papel del vanadio en los (1918).....	101
Acetileno su produccion por la electricidad, sus usos (1895).....	82
Acetileno i carburo de calcio (1899).....	265
Id. id. (1900).....	3
Acido fosfórico en el salitre; La presencia del (1887).....	727
Acido sulfúrico, dinamita i otros productos en la Argentina; Fabricacion de (1892).....	37
Acido sulfúrico; El (1892).....	60
Id. id. (1899).....	214
Acido sulfúrico; Fabricacion en pequeña escala (1893).....	95
Acido sulfúrico; La fabricacion económica del (1894).....	79
Acido nítrico fabricado del ázoe de la atmósfera (1897).....	470
Acido sulfúrico; La industria del (1902).....	33
Acido bórico en los boratos; Ensaye del (1906).....	238
Acido nítrico por medio de la electricidad i de los elementos del aire; Produccion del (1906).....	328
Acido sulfúrico; Perfeccionamiento en la fabricacion del (1908) pájs. 195 i.....	272
Acido tioacético como reactivo; El (1919).....	181

Actas de la Comision encargada de estudiar la fundacion en el pais de un establecimiento siderúrjico (1904).....	356
Actas de las sesiones del Directorio (1883).....	2
Id. id. (1884) pájs. 9, 18, 51, 58, 76, 85, 93, 103, 109, 125, 141, 150, 181 i.....	189
Id. id. (1885) pájs. 205, 278, 293, 301, 317, 333, 349, 365, i.....	381
Id. id. (1886) pájs. 397, 405, 445, 461, 469, 485, 517, 533, 549, 557, 573 i.....	581
Id. id. (1887) pájs. 598, 653, 669, 693, 701, 709, 717, 725 i.....	733
Id. id. (1888) pájs. 829, 861, 22, 42, 79, 112, 142 i.....	178
Id. id. (1889) pájs. 210, 271, 300, 327, 348, 370, 402, 432, 463 i.....	487
Id. id. (1890) pájs. 118, 150, 183, 220, 258, 302, 351, 406 i.....	447
Id. id. (1891) pájs. 190, 217 i.....	238
Id. id. (1892) pájs. 16, 88, 116, 136, 171, 196, 217, 240, 264 i.....	290
Id. id. (1893) pájs. 82, 103, 123, 147, 168, 187, 225, 266 i....	300
Id. id. (1894) pájs. 15, 113, 162, 208, 263, 323, 367, 408, 432 i.....	455
Id. id. (1895) pájs. 99, 115, 145, 167, 186, 221 i.....	256
Id. id. (1897) pájs. 346, 422, 484 i.....	526
Id. id. (1904) pájs. 171 i.....	195
Id. id. (1914).....	323
Actos oficiales.—Notas, decretos, etc., del Gobierno (1889) pájs. 235, 276, 306, 330, 352, 374, 404, 437, 466 i.....	489
Id. id. (1890) pájs. 33, 89, 122, 136, 155, 225, 259, 308, 355, 412 i.....	451
Id. id. (1891) pájs. 31, 195, 222 i.....	241
Id. id. (1892) pájs. 19, 44, 66, 92, 109, 134, 169, 188, 212, 236, 261 i.....	287
Id. id. (1893) pájs. 20, 34, 58, 78, 102, 121, 144, 165, 186, 224, 265 i.....	300
Id. id. (1894) pájs. 13, 51, 83, 157, 200, 259, 320, 366, 407, 431, i.....	453
Id. id. (1895) pájs. 16, 46, 68, 85, 98, 114, 144, 166, 184, 219, 224 i.....	251
Id. id. (1896) pájs. 24, 42, 59, 75, 92, 110, 136, 152, 167, 187, 208 i.....	242
Id. id. (1897) pájs. 37, 77, 123, 180, 255, 300, 355, 431, 489, 532, 559 i.....	596
Id. id. (1898) pájs. 28, 53, 83, 117, 153, 185, 220, 252, 284, 316, 346 i.....	372
Id. id. (1899) pájs. 31, 62, 89, 123, 155, 191, 222, 255, 285, 319, 354 i.....	390

	PÁJS.
Actos oficiales (1900) pájs. 32, 64, 128, 190, 220, 255, 287 i.....	319
Id. id. (1901) pájs. 32, 63, 95, 126, 237, 281, 314, 347 i.....	381
Id. id. (1902) pájs. 29, 63, 127, 164, 196 i.....	227
Acumuladores i navegacion eléctrica; Nuevos (1888).....	810
Acumuladores trasportables de electricidad (1889).....	250
Acuñaacion de oro en el extranjero en 1889 (1891).....	166
Adelantos eléctricos (1885).....	259
Adelantos modernos de la industria del cobre (1912).....	52
Adelantos en los hornos Water Jackets (1912).....	132
Adquisiciones de combustibles por el Fisco segun los métodos em- pleados por el Gobierno americano; Las (1914).....	101
Aduanas de Chile; Movimiento jeneral de las (1889).....	214
Id. id. (1895).....	157
Aetherion; Nuevo gas de atmósfera (1899).....	68
Afinacion i separacion electrolítica del oro (1906).....	65
Afloramientos de los yacimientos metalíferos (1910).....	80
Aglomeraciones de las lignitas terrosas; Notas sobre (1918).....	106
Agrimensores, ensayadores jenerales, Injenieros jeólogos de minas i civiles; Nómina de los graduados en la Universidad de Chile desde 1838-1895 (1896).....	119
Agua; Ensayes del (1889).....	247
Agua vieja de la cristalizacion del salitre; Algunas propiedades i reacciones químicas del (1908).....	199
Agua subterránea de la rejion de Pica; Informe sobre el (1918) pá- jinas 305 i.....	352
Aguas potables; Ensayes de las (1891).....	77
Aguas de las minas i la alimentacion de las máquinas; Las (1896)	205
Aguas en los aprovechamientos fabriles i agrícolas; La concesion i distribucion de las (1902).....	296
Aguas en Chile; Condicion jurídica de las (1905) pájs. 329 i.....	361
Id. id. (1907).....	7
Aguas de regadío como fuerza motriz; Aprovechamiento de las (1908)	46
Aguas i electricidad en la Suiza; El nuevo reglamento del derecho de (1910).....	529
Id. id. (1911).....	24
Aire líquido; El (1899).....	186
Aire en las minas de carbon; La humedad en el (1913).....	239
Ajentes atmosféricos i su obra en el desierto de Atacama; Los (1904)	17
Albayalde; Nuevo procedimiento para la fabricacion del (1889)...	344
Aleacion de oro, platino; Una (1919).....	801
Aleaciones de cobre (1885).....	207

	PÁJS.
Alfonso, Antonio:—Necrología (1891).....	63
Algo sobre el mineral de Batuco (1889).....	413
Algo sobre la Escuela Práctica de Minería de Santiago (1890)....	79
Algo sobre política minera (1914).....	157
Algo sobre servidumbre minera (1914).....	344
Algo sobre la industria minera en Sud-América (1919).....	140
Algunas consideraciones sobre la minería nacional (1890).....	419
Algunas observaciones sobre yacimientos metalíferos chilenos i sus relaciones con rocas eruptivas (1896).....	86
Algunas palabras mas sobre el perclorato, salitre chileno i sobre el análisis directo e indirecto del mismo salitre (1897).....	497
Algunas palabras sobre los Ferrocarriles del Estado (1899).....	355
Algunas ideas acerca del fomento de la minería (1903).....	288
Algunas propiedades i reacciones químicas del agua vieja de la cristalización del salitre (1908).....	199
Algunas observaciones sobre la termo-química de los ejes de cobre (1909).....	46
Algunas fases de la electrificación de los ferrocarriles en Estados Unidos (1910).....	28
Algunas ideas sobre la inversión de capitales en las minas (1910)..	219
Algunas observaciones al proyecto de lei sobre accidentes del trabajo (1912).....	317
Algunas reflexiones sobre la guerra (1914) pájs. 339 i.....	425
Algunos datos interesantes.—Estado demostrativo de los ingresos i egresos (1890) pájs. 14 i.....	38
Algunos datos sobre el salitre (1897).....	507
Alhué i Loicas (1898).....	277
Alinit.—Ellenbachensis, abono nitrificador segun Carson (1898)...	80
Altas temperaturas en metalurjía (1887).....	686
Altos hornos; Uniformidad en las operaciones de los (1911).....	18
Altos hornos para fundición de minerales de fierro; El empleo de la leña cruda como combustible en los (El alto horno de Prudhome (1911).....	237
Altos Hornos de Bilbao; Una visita a los (1919).....	427
Alumbrado eléctrico; El (1891).....	123
Alumbre; El (1886).....	431
Id. id. (1918).....	519
Alumbres magnesianos del desierto; Los (1888).....	822
Alúmina en las escorias; La (1909).....	14
Aluminio; Precio del (1891).....	168
Aluminio; Aleaciones de (1895).....	245

	PÁJS.
Aluminio; Aleaciones de (1919).....	198
Aluminio; Aplicaciones del (1896)	37
Id. id. (1898).....	102
Aluminio en los buques de guerra (1898).....	341
Aluminio i la litografía; El (1899).....	145
Aluminio como conductor para la electricidad; El (1899).....	185
Aluminio para soldar; Uso del (1899).....	265
Aluminio en el Instituto de Franklin; El (1900) pájs. 348 i.....	376
Aluminio; Procedimientos actuales de fabricacion de (1918).....	47
Aluminio natural de Chile; Sulfato de (1919).....	196
Alza del cobre; El (1887).....	773
Id. id. (1890).....	255
Id. id. (1907).....	101
Alza de la plata; El (1890).....	114
Amalgamacion de minerales de oro i plata con el ausilio de la elec- tricidad; La (1884).....	143
Amalgamacion de plata; El sistema Franke de (1884).....	204
Amalgamacion Krouhuke; Sistema de (1886).....	640
Amalgamacion de los minerales de plata en Bolivia; La (1888)....	801
Amalgamacion de trias de cobre; Modificaciones que admite el mé- todo de (1890).....	76
Amalgamacion de oro (1885).....	224
Id. id. (1890).....	245
Id. id. (1904) pájs. 145 i.....	182
Id. id. (1906).....	227
Amalgamacion; Fusion, lixiviacion o.—Consideraciones sobre la eleccion del tratamiento de minerales de plata (1895).....	201
Amalgamacion; Procedimiento por (1897).....	99
Amalgamacion del oro en seco; La (1899).....	157
Amalgamacion; La temperatura en la (1898).....	69
Amalgamacion de oro; Establecimiento de.—Injenio Mercedes (1903)	82
Amalgamacion del oro segun los procedimientos Lagarrigue i Sutil (1906).....	378
American Smelting and Refining Co. (1902).....	252
Amolanas en el Departamento de Copiapó; El yacimiento de co- bre de (1919).....	3
Amonedacion en Méjico; La (1890).....	429
Amoníaco o salitre? (1885).....	379
Id. id. (1886) pajs. 437 i.....	455
Amoníaco; Motor de (1892).....	87

	PÁJS.
Amoniaco; El procedimiento Haber para la síntesis industrial del (1917) pájs. 343 i.....	441
Amonio; El fluoruro de (1884).....	136
Amonio; El sulfato de (1911).....	229
Amparo para los mineros (1895).....	5
Amparo de las minas; El (1899) pájs. 245 i.....	257
Id. id. (1902).....	165
Amparo i la patente minera; El (1902).....	6
Amparo de las minas que mas conviene en Chile? ¿Cuál es el sistema de (1909).....	371
Análisis de las escorias (1885).....	242
Análisis del aire en las minas (1886) pájs. 539 i.....	544
Análisis directo del salitre para determinar la lei del ázoe; Perclorato en el salitré chileno i (1897).....	415
Análisis de los silicatos en las escorias; Del (1898).....	100
Análisis del carbon i la estimacion de los residuos de su destilacion; Aparato para el (1905).....	378
Análisis i cálculos metalúrgicos para el uso de los fundidores de minerales de cobre (1908) pájs. 185 i.....	215
Análisis; Tarifas de ensayes i (1909).....	158
Análisis técnicos; Métodos prácticos de (1910) pájs. 10, 55, 517 i	550
Id. id. (1911).....	184
Id. id. (1918).....	192
Análisis razonado del nitrato de sodio; Una comparacion entre el método de Devarda i el método por diferencia que conduce a error (1912).....	448
Andariveles o vias aéreas (1903).....	65
Andariveles Bleichert en Bolivia; Un nuevo (1914).....	147
Ankilostomasia de los mineros; La (1919).....	108
Anotaciones sobre fundiciones de cobre (1909) pájs. 313, 378, 424, 454 i.....	550
Id. id. (1910).....	49
Antecedentes sobre los remates de terrenos salitrales en Tarapacá (1912) pájs. 410, 456 i.....	501
Anteojos pirométricos de los señores Mesuré i Nouel (1890).....	330
Antiguo Rio del Chaco; El (1903).....	274
Antimonio; Sobre electrometalurgia del (1918).....	43
Año 1890; El (1891).....	5
Aparato para estraccion del oro libre por amalgamacion; Nuevo (1902)	403
Aparato para el análisis del carbon i la estimacion de los residuos de su destilacion (1905).....	378

	PÁJS.
Apatita en Freirina; Los abonos fosfatados i los yacimientos de (1913)	438
Aplicacion de la electricidad a la condensacion de humos (1885)..	370
Aplicacion del salitre; Una nueva (1909).....	254
Aplicacion de la electricidad (1888).....	860
Apreciacion de un periódico frances sobre la Comision de Minería (1884).....	15
Aprovechamiento de las aguas como fuerza motriz (1903).....	92
Aprovechamiento de las aguas de regadío como fuerza motriz (1908)	46
Aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas en países modernos; Nuevas tendencias con relacion al (1910).....	196
Aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas en la Suiza (1910)....	529
Id. id. (1911).....	24
Aprovechamiento de combustibles pobres en motores de gas (1919)	677
Apuntes sobre el asiento mineral de Corocoro (1890).....	366
Apuntes sobre metalurgia (1893).....	134
Apuntes sobre la preparacion mecánica de los minerales (1898)...	355
Id. id. (1899).....	97
Apuntes sobre la industria nacional en Chile (1901) pájs. 15, 47, 83 i	97
Apuntes sobre la minería i metalurgia de Chile (1901).....	247
Apuntes sobre las condiciones en Chile para la instalacion de la metalurgia del fierro (1901) pájs. 323 i.....	355
Apuntes prácticos sobre el beneficio de minerales de oro (1906)..	246
Apuntes prácticos para el uso de los mineros (1914).....	308
Arenas auríferas por medio de amalgamacion i al soplete; Ensayes de minerales i (1896).....	38
Arenas i gravas auríferas; El dragaje de (1906).....	84
Argon en el aire; Un modo sencillo para demostrar la presencia del (1896).....	34
Arrastre; El (1900).....	23
Artículo sobre la plata del señor Ross; Algunas observaciones al (1892)	252
Artículo N.º 163 del Código de Minería; Reglamentacion del (1895)	127
Artículo N.º 41 del Código de Minería i la jurisprudencia de las Cortes (1899).....	307
Artículos de la prensa sobre minería (1897).....	158
Asiento del cerro de Pasco.—Estado de la industria en esa rejion (1880).....	70
Asiento mineral de Chuquicamata (1901) pájs. 145 i.....	191
Asientos i grupos mineros de la República de Bolivia; Memorán- dum de los (1913).....	121
Asociacion de la turmalina con los minerales de cobre en Tamaya i la distribucion jeológica de los minerales boríferos (1888)....	846

Asociacion salitrera de Propaganda (1899).....	238
Aspecto de la situacion del mercado de cobre bajo el punto de vista estadístico (1902).....	65
Atacamita de Chile; La (1888).....	837
Avisos eléctricos por el espacio sin conductores (1897).....	471
Ayuda o proteccion directa del Estado en los trabajos mineros (1904)	113
Azogue; La filoxera i el (1885).....	323
Azogue en California; Produccion i precio del (1885).....	338
Azogue en el Perú; La industria del (1886).....	546
Azogue en los Estados Unidos; El (1887).....	713
Id. id. (1919).....	136
Azogue en 1888; El (1889).....	343
Azogue en Italia i Estados Unidos; Sobre la industria minera del (1919).....	136
Azufre; La extraccion del (1884).....	126
Azufre industrial; Ensaye del (1911).....	479
Azufre en Sicilia; La industria del (1912).....	65
Azufre en Chile (1912).....	101
Azufreras de Tacora; Estudio sobre las (1902).....	275

AUTORES

Alamos, Guillermo i Díaz Ossa, Ignacio (1906).....	208
Id. id. (1907).....	370
Alamos, Guillermo A. (1907).....	67
Aldunate, Manuel María (1888).....	8
Aldunate, Solar Carlos (1904) pájs. 279, 316, 350 i.....	409
Id. id. (1905) pájs. 25, 48, 329 i.....	361
Id. id. (1906).....	445
Id. id. (1908).....	241
Allen, Gualterio A. (1912).....	448
Aller, F. D. (1910) pájs. 10, 55, 517 i.....	550
Id. id. (1911).....	184
Id. id. (1918).....	192
Almeyda, Manuel (1909).....	272
Alvarez Mendiluce, E. (1917).....	476
Alvarez S., Pedro (1918).....	20
Alvarez, Nazario (1919).....	181
Arau Lowe, Enrique (1901).....	364
Id. id. (1904).....	406
Id. id. (1905).....	141

	PÁJS.
Argandoña, Nicanor (1906) pájs. 33 i.....	227
Id. id. (1907) pájs. 170 i.....	429
Id. id. (1909).....	568
Ariz, Alzejo (1919) pájs. 732 i.....	770
Astorga, Máximo R. (1905) pájs. 139 i.....	242
Austin, L. S. (1914).....	88
Avalos, Carlos G. (1901) pájs. 145, 191 i.....	275
Id. id. (1902).....	12
Id. id. (1904) pájs. 311 i.....	391
Id. id. (1905) pájs. 219 i.....	227
Id. id. (1910).....	415
Id. id. (1911) pájs. 325, 561 i.....	614
Id. id. (1912).....	101

B

Balance de los Bancos el año 1892 (1892).....	269
Balde de vuelco automático (1911) pájs. 480, 482, 533 i.....	596
Baldes de estraccion; Javas i (1911).....	409
Barras i metales de plata embarcados con destino al cabotaje en 1883 (1884).....	22
Barrenos de sondaje destinados a criaderos metálicos i terrenos salitrales; Manejo i aplicacion de los (1906).....	118
Bases para la constitucion de la propiedad minera de los mine- rales metálicos aprobadas por el Directorio de la Sociedad (1884)	95
Bases para la nueva lejislacion de minas (1884).....	57
Bases respecto a las cuales convendria uniformar las Estadísticas comerciales de América; Memorándum en que se especifican las (1907).....	235
Bauxita i su empleo; La (1897).....	46
Beneficiar minerales auríferos i arjentíferos; El procedimiento de Clancy para (1911).....	166
Beneficio del cobre en el aparato Bessemer (1884).....	86
Beneficio electrolítico de metales de cobre (1885).....	303
Id. id. (1909).....	297
Beneficio de las piritas auríferas; El (1886).....	573
Beneficio del cuarzo aurífero en el Mineral del Oro (1886) pájs. 576 i	586
Beneficio de metales; El sistema Patero en Méjico (1887).....	711

	PÁJS.
Beneficio de los cuarzos auríferos (1887).....	764
Beneficio o la cloruración de bronce de oro en California i Australia (1889).....	208
Beneficio de metales platosos.—Método Yauli (1889).....	222
Beneficio de minerales i otras sustancias; Informe del Cónsul de Chile en Lóndres sobre un nuevo sistema para el (1889).....	414
Beneficio del oro (1891).....	94
Id. id. (1908).....	49
Beneficio de minerales de oro; El método del cianuro para el (1893)	137
Beneficio de los minerales de oro i plata por el procedimiento de combinacion (1897).....	49
Beneficio de minerales de oro; Importante proyecto de un establecimiento de (1897).....	447
Id. id. (1904).....	224
Beneficio de minerales; El establecimiento central para el (1897).	546
Beneficio de oro sistema Sulman Feed con el bromuro de cianógeno; Procedimiento de (1898).....	290
Beneficio de minerales de plata por medio de la cianuración (1899)	264
Beneficio de los minerales de níquel por el sistema Mond (1900)...	277
Beneficio por cloruración de los minerales de oro de Cripple Creek; El (1902).....	207
Beneficio de minerales de oro; Apuntes prácticos sobre el (1906)...	246
Beneficio de los minerales; Costo de explotación i (1908) pájs. 418 i	462
Beneficio del caliche; El procedimiento Mourgues—Cortes para el (1911).....	310
Beneficio de los minerales de cobre de baja lei en los Estados Unidos; Explotación i (1913).....	193
Belzol (1897).....	463
Bermellon en China; La fabricación del (1885).....	324
Bibliografía (1884) pájs. 13, 109, 413, 486 i...:	536
Id. (1887).....	734
Id. (1890) pájs. 139, 179, 238, 283, 338 i.....	392
Id. (1891) pájs. 20, 50, 81 i.....	93
Id. (1896).....	193
Id. (1897) pájs. 480, 533 i.....	597
Id. (1900).....	199
Id. (1901).....	223
Id. (1911).....	47
Id. (1913).....	545
Id. (1915).....	259
Id. (1916).....	449

	PÁJS.
Bibliografía (1918).....	353
Bibliografía argentina (1900).....	346
Bibliografía minera i jeológica de Chile (1919) pájs. 441 i.....	539
Bióxido de plomo (1884).....	136
Bismuto; El (1911).....	691
Id. (1918).....	523
Blindaje de los pozos de minas (1886).....	416
Bocarte de gravitacion de alta velocidad (1897).....	466
Bocarte de Brad; Estudio sobre el (1891).....	51
Boletin de la Sociedad (1886).....	565
Id. id. (1890).....	330
Boletin de precios de metales, combustibles i fletes (1891) pájs. 102, 123, 148, 187 i.....	214
Id. id. (1892) pájs. 12, 39, 65, 87, 108, 134, 167, 187, 210, 236, 260, i.....	286
Id. id. (1893) pájs. 19, 32, 56 i.....	77
Id. id. (1893) pájs. 101, 12, 144, 165, 185, 223, 264 i.....	299
Id. id. (1894) pájs. 13, 50, 82, 109, 157, 208, 259, 319, 365, 430 i	457
Id. id. (1895) pájs. 16, 45, 68, 84, 97, 114, 142, 165, 184, 219 i	251
Id. id. (1896) pájs. 23, 41, 58, 74, 109, 135, 151, 166, 186, 207 i	242
Id. id. (1897) pájs. 35, 76, 131, 179, 253, 279, 345, 482, 525, 554 i.....	594
Id. id. (1898) pájs. 52, 81, 116, 152, 184, 219, 251, 283, 315 i	345
Id. id. (1899) pájs. 31, 61, 88, 122, 155, 190, 222 i.....	255
Id. id. (1900) pájs. 95, 159, 189, 220, 255 i.....	286
Id. id. (1901) pájs. 63 i.....	94
Id. id. (1902)	415
Id. id. (1909) pájs. 305, 355, 408, 448, 542 i.....	592
Id. id. (1910) pájs. 47, 141, 237, 287, 381, 477, 527 i.....	591
Id. id. (1911) pájs. 49, 98, 147, 227, 275, 355, 422, 511, 559, 607 i.....	665
Id. id. (1912) pájs. 47, 99, 147, 195 243 i.....	431
Id. id. (1915) pájs. 439 i.....	518
Id. id. (1916) pájs. 69, 173, 269, 353, 446 i.....	528
Bolivia en la Esposicion de Minería i Metalurjia de Santiago (1895)	61
Bolivia; Los recursos de (1910).....	456
Bolivia; Produccion de estaño de (1911).....	327
Bomba Mammut; La (1896).....	180
Borateras de Ascotan; Una visita a las (1911).....	116
Borateras de Pedernales (1913).....	175
Borato; El impuesto al (1911).....	330

	PÁJS.
Borato; El impuesto al (1915).....	3
Boratos naturales de Chile; La hidrometalurgia del cobre i los (1907)	406
Bórax; El (1884) pájs. 149, 157 i.....	165
Bórax; Nuevos usos del (1886).....	449
Bórax en Chile; Memoria sobre los yacimientos i estraccion del (1888)	146
Bórax en Salta; Minas de (1899).....	60
Bórax; La Industria del (1899).....	223
Id. id. (1905).....	133
Bosquejo del estado actual de la industria minera del cobre en el estranjero i en Chile (1915) pájs. 118, 178, 319 i.....	357
Braden Copper Co.; En la Compañía minera (1910).....	20
Barsil i su industria minera; El (1919).....	193
Briquetas de carbon; La industria de (1911).....	121
Broceo de transicion en las minas de Chile (1902).....	249
Bromuro de cianójeno; Procedimiento de beneficio de oro sistema Sulman Feed en el (1898).....	290
Buddle como concentrador de lamas cobrizas; El (1911).....	606
Buques de oro i sus cargamentos; Los (1905).....	380
Bureau de minas de los Estados Unidos; El (1911) pájs. 246, 345 i	412
Id. Id. (1912) pájs. 402 i.....	559

AUTORES

Bado, Atilio A. (1919).....	195
Balta, J. (1890) pájs. 76 i.....	159
Id. id. (1893).....	290
Barber, G. M. (1897).....	272
Barclay, Thomas H. (1917).....	186
Basterrica, Juan (1886).....	520
Beaver, J. R. (1902).....	282
Id. id. (1903).....	85
Id. id. (1907).....	124
Id. id. (1909).....	460
Beach, F. E. (1919).....	701
Bertrand, Alejandro (1917) pájs. 343 i.....	441
Beutell, Alberto (1894).....	103
Bibby, M. Sc., James (1918).....	83
Billinghurst, Guillermo E. (1887).....	605
Blanquier, Juan (1909) pájs. 442 i.....	554
Id. id. (1910).....	304
Id. id. (1912) pájs. 103, 121, 169, 229, 323, 338 i.....	402

	PÁJS.
Blanquier, Juan (1913) pájs. 193, 326 i.....	380
Id. id. (1914).....	484
Blasco Ibáñez, Vicente (1909).....	100
Boll, Lorenzo A. (1906) pájs. 110, 150 i.....	307
Bouglise, Jorje de la (1907).....	233
Braden, William (1910).....	20
Brain P., Jerman (1903) pájs. 82 i.....	103
Id. id. (1905) pájs. 69 i.....	360
Id. id. (1906).....	1
Brogger, W. C. (1894).....	80
Brown, Guillermo (1907).....	228
Brown, W. R. (1886).....	412
Brüggen, Johannes (1913) pájs. 649, 305, 438, 447 i.....	459
Id. id. (1914).....	193
Id. id. (1915).....	261
Id. id. (1917).....	486
Id. id. (1918) pájs. 3, 305 i.....	372
Id. id. (1919) pájs. 441 i.....	539

C

Cabeza de Vaca i Lomas Bayas (1884) pájs. 79 i.....	134
Id. id. (1885) pájs. 287 i.....	326
Cables de acero; Experiencias hechas con los (1899).....	127
Cachinal (1884) pájs. 54, 69 i.....	95
Id. id. (1885) pájs. 216 i.....	237
Cadenas del San Cristóbal; Las (1890).....	233
Cales, cementos, yeso i puzzolanas; La industria de los morteros para (1911).....	584
Calcinacion; Sobre la (1896).....	101
Calcinaciones en España i sus consecuencias; La supresion de las (1888).....	826
Cálculo de las intrusiones mineras (1887).....	673
Cálculo de la pérdida de cobre en la fundicion (1909).....	284
Cálculo del rendimiento en la concentracion (1911).....	522
Cálculos estadísticos; Varios (1901).....	200
Cálculos metalúrgicos (1907).....	412
Cálculos metalúrgicos para el uso de los fundidores de minerales de cobre; Análisis i (1908) pájs. 185 i.....	215

Caldera; Por (1906).....	292
Calderos; Preservacion de los (1884).....	126
Calderos; La tarima i la incrustacion de los (1888).....	818
Calderos; Petróleo para (1911).....	387
Calderos; Efectos del carbonato de soda en los (1917).....	186
Caldeo de las calderas por medio del carbon pulverizado (1898)...	78
Calor terrestre; Fuerza motriz obtenida del (1919).....	696
Calumet i Hecla (1902).....	282
Cámara de Minas del Transvaal (1908).....	473
Cambio i la minería; El (1886).....	557
Camino de hierro eléctrico (1885).....	242
Caminos aéreos; Los trasportes por (1901).....	153
Campos auríferos de España; Los (1885).....	256
Campos auríferos de Klondyke; Los (1898) pájs. 20 i.....	62
Canal de Nicaragua; El (1893).....	18
Canal de Panamá; La minería i el (1913).....	371
Canjes; Los nuevos (1891).....	148
Canteras; La explotacion de (1897).....	64
Canteras i oficinas metalúrgicas de Italia; Movimiento industrial en 1913 de las minas (1915).....	286
Capacidad de un plantel de beneficio i las reservas de mineral de una mina; La relacion económica entre la (1904).....	149
Capataces en la rejion del carbon; Creacion de una Escuela In- dustrial para formar (1919).....	843
Capaquiri (1900).....	17
Capital en los trabajos de las minas; El (1903).....	240
Capital norte-americano en nuestras minas de cobre; La indus- tria i el (1905).....	160
Capital europeo en minas chilenas (1908).....	449
Capital en las minas; La seguridad en la inversion juiciosa del (1910)	101
Capital en las minas; El riesgo del (1911).....	390
Capitales franceses para Chile (1894).....	41
Capitales chilenos en Bolivia i el mercado del estaño; Los (1906) ..	150
Capitales en las minas; Algunas ideas sobre la inversion de (1910)	219
Caracoles (1885).....	336
Caracoles i los proyectos de lei i reglamento jeneral de minas (1898)	6
Caracoles i ferrocarril de Mejillones a Aguada (1905).....	128
Carbon, bórax i otras sustancias; Informe del Directorio de la So- ciedad sobre varias solicitudes de (1885).....	325
Carbon de Carampangue; Las minas de (1885).....	425
Carbon de piedra; El (1886).....	416

	PÁJS.
Carbon de piedra; El (1888).....	812
Id. id. (1890).....	318
Id. id. (1892).....	162
Id. id. (1893) pájs. 5, 25 i.....	53
Id. id. (1906).....	79
Id. id. (1908).....	207
Carbon mineral de Dichato (1889).....	363
Id. id. (1890).....	5
Carbon; Informe presentado a la Sociedad sobre fomento de la industria del (1890).....	311
Carbon fósil; Fomento de la industria del (1890).....	421
Carbon en el mundo; Consumo del (1891).....	133
Carbon i lingote de fierro en el mundo; Produccion de (1891).....	133
Carbon en las fábricas de gas de Chile; Consumo anual de (1892)	86
Carbon fósil en la Europa central i occidental; Las existencias de (1893).....	136
Carbon chileno en nuestros buques de guerra; Necesidad de emplear el (1898).....	217
Carbon de Magallanes; Ensaye de una muestra de (1898).....	304
Carbon de piedra nacional i los fogones económicos; El (1900)...	206
Carbon de Buhr (Alemania); Empleo de la electricidad en las explotaciones de (1900).....	268
Carbon extranjero; Impuesto sobre el (1903).....	431
Id. id. (1904).....	12
Carbon en Chile; Datos estadísticos sobre la produccion de (1906)	162
Carbon en las grandes alturas; Disminucion de la eficacia calorífica del (1906).....	275
Carbon en Chile; Distribucion jeológica i jeográfica del (1907)....	330
Carbon arjentino; El (1908).....	180
Carbon chileno; El (1908).....	201
Carbon en el Sur de Gales; La industria del (1910).....	450
Carbon de piedra por tubos; Conduccion del (1913).....	143
Carbon de Alemania; El crecimiento de la produccion de (1913)..	256
Carbon submarino en la costa de la provincia de Arauco; Informe sobre el (1914).....	193
Carbon i su influencia en el desarrollo económico de las naciones; La produccion i el consumo del (1916) pájs. 359 i.....	488
Id. id. (1917) pájs. 3, 97 i.....	239
Carbon de la Ternera (Copiapó); Informe sobre el (1917).....	486
Carbon mejorado por calor i presion (1918).....	184

Carbon para sustituir los aceites minerales extranjeros en Alemania; Refinacion del (1918).....	337
Carbon; Efecto útil de los obreros de las minas de (1919).....	717
Carbon del pais; Situacion de los trabajadores en las minas de (1919)	849
Carbones nacionales en el norte de España; Los (1890).....	176
Carbones; Los (1898).....	365
Carbones; Valor comercial de los diferentes (1912).....	12
Carbones del valle longitudinal i la zona carbonífera al sur de Curanilahue en la provincia de Arauco; Los (1913).....	459
Carbones esportables de los Estados Unidos (1919).....	351
Carbonato de sosa; Fabricacion del (1889).....	220
Carbonato de soda en los calderos; Efectos del (1917).....	186
Carburo de calcio i acetileno (1899).....	265
Id. id. (1900).....	3
Carburos metálicos (1919).....	679
Carborundo; El (1894).....	148
Carrizal (1884).....	42
Carrizal; La fundicion pirítica en (1910).....	64
Carro para recibir las sangrías de un horno (1911).....	388
Casa de aluminio; La primera (1899).....	184
Casos prácticos de fundicion estudiados teóricamente (1909).....	241
Carta jeológica de Chile; La (1910).....	313
Carta de un minero (1884).....	16
Catastro, la Estadística, la política i los impuestos mineros (1886)	459
Cátedra del salitre (1908).....	92
Cateo de estaño (1912).....	3
Causa de los grandes cambios atmosféricos durante los períodos jeológicos; Una nueva hipótesis para explicar la (1914).....	405
Causas de que las negociaciones de asuntos mineros no prosperen (1913).....	242
Challacollo.—Su procedimiento de lexiviacion (1892).....	83
Chancador; Un nuevo (1884).....	184
Chancadora de metales de Gates (1896).....	130
Chancadora mecánica i a mano; Comparacion entre la (1911)....	386

(Continuará).



