

## BOLETIN MINERO

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

SANTIAGO DE CHILE

## SUMARIO

	PÁJS
Los yacimientos de fierro en el sur de Atacama.....	691
Combustible coloidal.....	705
Refino del grafito dedicado a la fabricacion de crisoles.....	711
La industria del Azoe en los Estados Unidos.....	715
El níquel.—Su metalurjia.—Sus empleos.....	718
Evolucion de la industria del coke metalúrgico.....	728
Los minerales de manganeso.....	746
Remocion del cerro Sacramento.....	765
Situacion de los mercados de minerales, Metales i Combustibles.....	767
Indice Jeneral del Boletin de la Sociedad Nacional de Minería desde el 15 de Diciembre de 1883 al 31 de Diciembre de 1919.....	812 772
Indice jeneral del Boletin Minero.—Año 1920.....	772

## Los yacimientos de fierro en el sur de Atacama

- BIBLIOGRAFÍA: 1.—*Javier Gandarillas M.*—La industria del fierro i del acero en Estados Unidos, Alemania i otros países i las minas de fierro. 1916.
- 2.—*Juan Brüggén.*—Contribucion a la jeolojía del valle del Huasco i del departamento de La Serena, con una breve descripcion de los yacimientos de fierro. 1914.
- 3.—*Charles Vattier.*—Les mines de fer et la sidérurgie dans l'Amérique du Sud et principalment du Chili. 1911.  
La industria del fierro en Chile. 1910.  
El porvenir de la industria del fierro en Chile. 1893.  
Le Chili minier, métallurgique et industriel. 1892.  
El fierro en Chile. 1913.

Los yacimientos de fierro investigados por mí en 1918/19 por encargo del Sr. Ministro de Industria i Obras Públicas, constituyen una zona que se estiende al oeste del Ferrocarril Lonjitudinal desde el valle del Huasco al sur hasta el límite de la provincia de Atacama. Comprende los yacimientos de Chinchilla, Cantera, Algarrobito, Cachiyuyito, Yungai, Limarí, Cruz de Cañas, El Molle, Ojos de Agua, Algarrobo, Romerito, Estancilla, La Liga,



La Hoyada, La Cobre, La Petaca i los yacimientos de Cerro Negro, Tunilla, Pocitos, Cortadera, Los Barros i Las Tazas, que forman un conjunto conocido bajo el nombre de Cristales.

### A.—PARTE JENERAL.

#### FISIOGRAFÍA.

Conforme a la division adoptada vulgarmente, toda la zona de los yacimientos pertenece a la rejion precordillerana; pero en el sur de Atacama no existe una separacion tan marcada entre la Cordillera de la Costa i la de Los Andes como es el caso en el norte i sur del pais. Sólo en algunas partes se ensancha la línea que sigue el Ferrocarril Lonjitudinal para formar llanuras de poca estension. En jeneral, se presenta esta zona como una rejion montañosa atravesada por valles hondos i en la que se destacan cerros aislados repartidos irregularmente, que alcanzan alturas de 1,500 ms. La parte meridional de Atacama queda subdividida por varios cortes de direccion este-oeste; en el valle del Huasco, en la quebrada de Chañaral i en la quebrada de Carrizalillo. Son en conjunto, como se establecerá mas adelante, de gran importancia para la explotacion de los principales yacimientos de fierro.

Debido a la escasez de lluvias, no se presta la rejion para un cultivo estensivo. Las pequeñas aguadas que se hallan repartidas a traves de toda esta rejion permiten el desarrollo de chacras de poca importancia. Sólo se encuentran corrientes de agua de cierta importancia en las vegas del Huasco i probablemente en la quebrada de Chañaral. La vejetacion es mui escasa, de suerte que es necesario llevar forraje para los caballos i las mulas cuando se va de viaje. Dadas estas condiciones, la poblacion es mui reducida. Descartando las pequeñas minas diseminadas en esta rejion, casi toda la poblacion se concentra en el valle del Huasco i en las vecindades de la línea del Lonjitudinal, la via de comunicacion mas importante de esa zona.

#### JEOLJÍA.

En jeneral, la rejion consiste en potentes sedimentos mesozoicos que forman una alternacion repetida con porfiritas i conglomerados porfiríticos; estas capas, mas o ménos en el límite entre el cretáceo i el terciario, han sido atravesadas por grandes masas de diorita a lo largo de una zona de instruccion cuyo rumbo medio es norte-sur. En rasgos jenerales, la zona de contacto pasa por Algarrobo de Plata, La Cobre, Domeyko, al oeste; por la Petaca i Los Timbles, al este. Los sedimentos se componen principalmente de calizas con separacion en bancos delgados. Fuera de las acciones metamórficas, han estado sometidas a intensos procesos de trasformacion metaso-



mática que, en algunas partes, han dado origen a yacimientos útiles. Entre éstos podemos mencionar el yacimiento de fierro i manganeso de Los Timbles i el yacimiento de hematita i cobre de La Cobre. Como los yacimientos de fierro mencionados al principio guardan no sólo relacion especial sino tambien jenética con la diorita, constituyen las zonas de contacto los límites naturales del distrito de los yacimientos de fierro.

#### PETROGRAFÍA.

Las dioritas pertenecen a la clase de la diorita de anfíbola. Cuando se presenta en su facie normal es de grano mui grueso. Además de plajioclasa i hornblenda se encuentra cuarzo en cantidades variables. Como constituyente accesorio se encontró, bajo el microscopio, apatita. Como facies periféricas de los macizos de diorita aparecen andesitas. A éstas pertenecen, por ejemplo, las hermosas andesitas de labrador de Cerro Pingo i Cerro Piriña. Desempeñan un papel importante las rocas de segregacion magnética de la diorita, las que describiré detenidamente al tratar la jénesis de los yacimientos. En el distrito de Cristales yacen los cuerpos metalíferos en diorita porfirítica compuesta casi esclusivamente de plajioclasa con poco cuarzo. A causa de la absorcion de limonita proveniente de las masas de fierro, tienen jeneralmente una coloracion rosada hasta roja.

*Jénesis de los yacimientos.*—Dados los numerosos caracteres comunes, podemos suponer que todos los yacimientos tienen el mismo origen, por lo ménos en sus líneas jenerales.

Muchos yacimientos, especialmente los del norte, como Chinchilla, Cantera, Cruz de Cañas, Algarrobito, Ojos de Agua, Romerito, Algarrobo, Estancilla i otros, se presentan, a primera vista ya, como vetas. Los diversos cuerpos metalíferos que constituyen un yacimiento están casi siempre dispuestos segun una sola línea, mui a menudo recta. Con frecuencia hállanse tambien guías delgadas paralelas a la línea principal i a corta distancia. El límite hácia la roca encajadora está siempre bien marcado.

A juzgar por la falta absoluta de ganga, i la estructura cristalina del mineral que, en parte, se presenta todavía en forma de magnetita constituyendo en algunos yacimientos como El Molle i Ojos de Agua agregados de cristales implantados en drusas, no puede admitirse como origen un relleno de grietas por soluciones acuosas. Tampoco puede aceptarse la influencia de la diorita en vista de la gran distancia a que se encuentra el contacto con esta roca. Para sostener la hipótesis de una segregación magmática *in situ* faltan las transiciones paulatinas de la roca encajadora a los cuerpos metalíferos característicos de estos yacimientos, i asimismo, los fragmentos de mineral en la vecindad inmediata. No hai otra explicacion satisfactoria que un origen magmático intrusivo que corresponde, como veremos más adelante, a los fenómenos principales observados en los yacimientos. Este ori-



jen de los yacimientos ha sido indicado ya por O. Stutzer en sus investigaciones sobre los yacimientos de fierro de Laponia, que ofrecen muchas analogías con los de Chile.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, no basta su origen magmático intrusivo para explicar la formación de los yacimientos examinados. Sin duda a este proceso debe atribuírsele primordial importancia, pero seguramente han ejercido su influencia, además, procesos postmagmáticos, es decir, procesos neumatolíticos o hidrotermales. La época de la formación de los yacimientos coincide, en jeneral, con el fin de la intrusión del magma diorítico.

En la mayoría de los yacimientos vetiformes no limita el cuerpo mineralizado inmediatamente con la diorita: jeneralmente existe entre ámbos una roca intermediaria compuesta esclusivamente de hornblenda cristalina. Esta puede alcanzar una potencia de varios centenares de metros. Este fenómeno se observa especialmente en los yacimientos de Cantera, Algarrobito, Cachiyuyito, Romerito i Pocitos (Cristales). La hornblenda puede ser de grano mui fino, como en Ojos de Agua, Romerito, Algarrobo i, en parte, Cantera, o bien, se presenta en grandes cristales interpenetrados de 10 hasta 20 cms. de largo. Jeneralmente está mui descompuesta i da lugar a la formación de carbonato de calcio bajo la influencia de los agentes atmosféricos. El eje longitudinal de los cristales aislados está mas o ménos horizontal i dispuesto normalmente a las salbandas. El límite de las masas anfibólicas con la diorita siempre está mui marcado i se caracteriza por la formación de mucha epidota. En la vecindad de las masas anfibólicas la diorita es notablemente pobre en hornblenda i su blancura forma un contraste marcado con roca anfibólica oscura. Paulatinamente, i a veces sólo a 50 ó 100 ms., vuelve a recobrar la diorita su aspecto normal. Estos fenómenos se presentan mejor que en ninguna otra parte (véase fig. 1) en los yacimientos de Cantera, Algarrobito i Algarrobo.

Estas condiciones, que corresponden mal a las descripciones que hasta ahora poseemos de los yacimientos de fierro magmáticos, se explican por procesos mui intensos de diferenciación magmática. Durante la intrusión del magma diorítico quedó en profundidad la hornblenda como constituyente mas básico de las rocas a la que se asoció el mineral de fierro. De esta suerte pudo formarse en la diorita normal una facie que comunmente era rica en cuarzo i mui pobre en hornblenda. Despues de la cristalización de la diorita vino la intrusión magmática de la hornblenda, que ascendió por grietas cuyo rumbo es, sin escepción, igual al de la grieta principal de los macizos dioríticos. Como se puede observar en Cantera, la hornblenda penetró desde las grietas profundamente en los planos de separación de la diorita, hasta 50 ms. en parte, i se depositó aquí en capas a menudo delgadas cual papel. A ámbos lados de estas capas i hasta cierta profundidad se encuentra jeneralmente una anfibolización bastante intensa de la roca. En estas zonas los feldes-



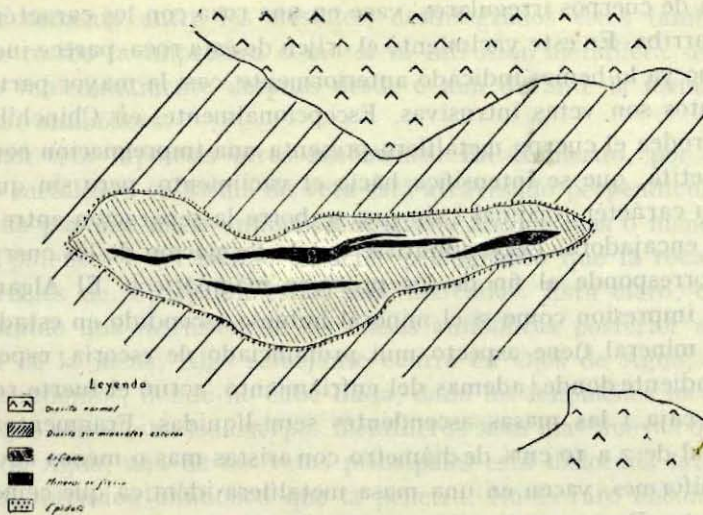


Fig. 1.—Croquis geológico de Algarrobito

patos estaban con frecuencia caolinizados hasta completa disgregación de la roca. Todos estos fenómenos, en especial la curiosa disposición de los grandes cristales de anfíbola con respecto a la roca encajadora, inducen a creer que en la formación de las masas anfibólicas han influido procesos neumatolíticos. Debo mencionar aquí una roca que se encuentra en la vecindad de la mayoría de los yacimientos. Es una roca compacta clara, a veces parecida a la aptita i que otras veces se presenta como una masa cuarzosa pura. Vista bajo el microscopio, la forma en que están entrelazados los granos de cuarzo i sus bordes irregulares indican un origen secundario del ácido silícico. Jeneralmente aparece esta roca en forma de cuerpos lenticulares mas o menos alargados, como en Romerito i Cristales; en otros lugares, como en El Molle i Cachiuyuito constituye enormes macizos de varios centenares de metros de potencia i de 1 a 2 kms. de extensión lonjitudinal. En estos últimos puntos presenta la roca una estructura notable. En una muestra procedente de El Molle se encontraron inclusiones brechosas de 10 cms. de diámetro formadas por una roca oscura, metamorfoseada, de modo que era imposible su clasificación. Estaba también silicificada por completo. En Romerito, los cuerpos lenticulares de roca yacen irregularmente en la masa anfibólica que envuelve las masas metalíferas. Mantengo dudas acerca del carácter original de la roca. Tal vez sean fragmentos aislados de los sedimentos mesozoicos atravesados por las masas ígneas i que han sido metamorfoseadas por soluciones provenientes del magma. Posiblemente sean también intrusiones posteriores de carácter mas o menos ácido que ascendieron al final del período magmático i cuyo ácido silícico ha experimentado a menudo una transformación secundaria.

En la Liga el mineral está caracterizado por una lei muy alta en  $SO_2$  i,



en forma de cuerpos irregulares, yace en una roca con los caracteres descritos mas arriba. En este yacimiento el origen de esta roca parece indiscutible.

Como ya lo hemos indicado anteriormente, casi la mayor parte de estos yacimientos son vetas intrusivas. Escepcionalmente, en Chinchilla la diorita que rodea el cuerpo metalífero presenta una impregnacion considerable de magnetita, que se intensifica hácia el yacimiento, pero sin que la roca pierda su carácter orijinal i sin que se borre la separacion entre las vetas i la roca encajadora. Debe admitirse que la formacion de los cuerpos metalíferos corresponde al fin de los procesos magmáticos. El Algarrobito se recibe la impresion como si el mineral hubiese ascendido en estado ya pastoso. El mineral tiene aspecto mui pronunciado de escoria, especialmente en el pendiente donde, ademas del enfriamiento, actuó el fuerte rozamiento entre la caja i las masas ascendentes semi-líquidas. Fragmentos o bolas de mineral de 2 a 10 cms. de diámetro con aristas mas o ménos agudas, pero no brechiformes, yacen en una masa metalífera idéntica que cementa todo el conjunto. Basta golpear ligeramente el mineral para que se desprendan los fragmentos dejando en la masa principal su impresion o «negativo correspondiente».

Las masas anfibólicas en que yacen la mayoría de los cuerpos metalíferos, están atravesadas por un sinnúmero de guias i ramificaciones de mineral que presentan un carácter de veta bien pronunciado. Son mas frecuentes estas guias en las cercanías de los cuerpos metalíferos, de los cuales se han desprendido probablemente a mayor profundidad.

La fig. 2 representa un ejemplo de lo anterior en Algarrobito.

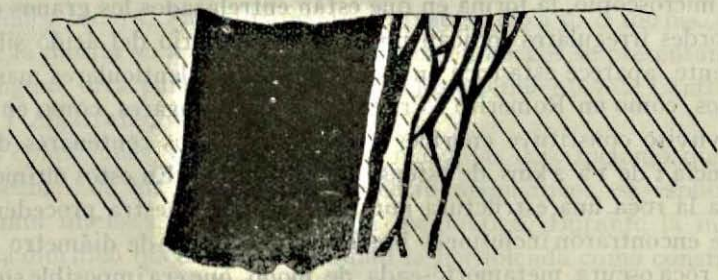


Fig. 2.—Perfil por una veta del Algarrobito

En muchos casos, como por ejemplo en Cachiuyuito, parece que, debido a una gran presion, se ha orijinado una impregnacion intensa con mineral de fierro de las masas anfibólicas vecinas. Especialmente en los puntos en que esta última tiene una estructura de granos gruesos se observa bien esta particularidad. Los individuos cristalinos aislados muestran una estructura cataclástica marcada. A menudo yacen los trocitos astillosos en la masa metalífera, que siempre se halla en cantidad bastante reducida, i envueltos por ella completamente; en otros casos constituye la mina sólo una



especie de cemento entre los cristales, desintegrados éstos tambien. En general, se recibe la impresion como si la intrusion metalífera se hubiera producido inmediatamente despues desde o aun durante la formacion de las masas anfibólicas.

Abonan esta hipótesis otros fenómenos. En Romerito, por ejemplo, un cuerpo metalífero en forma de veta está atravesado perpendicularmente a su corrida por una masa anfibólica de grano fino de mas o ménos medio metro de potencia i del mismo carácter petrográfico que la roca vecina. Las superficies de separacion están mui marcadas. Está claro, entónces, que ha habido una intrusion de las masas anfibólicas posterior a la consolidacion de la mena. Algo semejante ocurre en Ojos de Agua, Cristales i otros yacimientos, donde no cabe duda, dado los fenómenos locales, que las rocas que atraviesan los cuerpos metalíferos sean mas nuevas que éstos. En Ojos de Agua, una de las vetas principales está dislocada lateralmente por una intrusion anfibólica que la penetra. No es raro encontrar evidencias de que la segregacion de anfíbola i mena no ha sido completa en profundidad. Así, los yacimientos de Cantera, Ojos de Agua, El Molle, Romerito i otros, se componen de un agregado fino de anfíbola i mineral metalífero. Las masas anfibólicas que los rodean parecen estar, a ojo desnudo, libres de mineral de fierro, de suerte que siempre es visible su línea de separacion del cuerpo metalífero. Tengo unas muestras de algunas vetas de Algarrobito que presentan una concrecion regular i en granos gruesos de mineral metalífero i hornblenda. A este respecto es interesante el yacimiento de la Liga, donde las vetas atraviesan la roca compacta ya mencionada de cuarzo i feldespató. El mineral metalífero constituye aquí un agregado finísimo de cuarzo i magnetita trasformado secundariamente en hematita. En algunos cuerpos metalíferos, en los que casi desaparece el cuarzo, hai en la masa metalífera cristallitos, totalmente descompuestos, de carácter mineralójico indeterminado, repartidos regularmente. La masa descompuesta, con aspecto de caolin, está mui teñida de limonita i silicificada, de modo que el mineral presenta en las superficies de fractura una especie de salpicadura parda. Debe admitirse en este caso, que la masa metalífera ha estado asociada en la profundidad con el magma ácido i, despues de salir éste a la superficie, constituyó con sus restos los cuerpos metalíferos intrusivos.

Un tipo algo distinto de yacimiento se encuentra en Cristales. Los cuerpos metalíferos mas grandes yacen en andesita sin hornblenda i presentan en la superficie contornos mui irregulares, a menudo con grandes entrantes i salientes. La razon entre el largo i el ancho de los cuerpos aislados es menor, de suerte que éstos pierden el carácter de veta. Lo mas notable en ellos es la separacion en bancos delgados casi siempre horizontales. En la mayoría de los casos, al profundizar, los yacimientos terminan a poca profundidad en las faldas escarpadas de los cerros.



Aunque en jeneral, podemos considerar los yacimientos de fierro como vetas o macizos magmáticos, son muchos los fenómenos que indican la influencia de otros factores durante su formacion. Estos últimos pueden haber sido los predominantes. Así, por ejemplo, encontramos en el yacimiento de Cachiuyuito cuerpos metalíferos que presentan una estructura en fajas, a veces simétrica. Este fenómeno se debe a delgadas fajas paralelas a la roca encajadora, formadas por cristales grandes de anfíbola muy próximos unos de otros. Los cristales aparecen implantados en las capas metalíferas exteriores i perpendicularmente a la caja i penetran con sus extremos libres en la masa metalífera interna. Esta disposicion en fajas puede repetirse varias veces. Mas frecuente es hallar fajas semejantes de cristales de apatita incrustados en la masa metalífera i paralelos al rumbo del yacimiento. En el yacimiento de Cachiuyuito se encuentran en esta forma fajas de apatita i anfíbola juntas en el mismo cuerpo metalífero, como puede verse en la fig. 3 esquemáticamente.

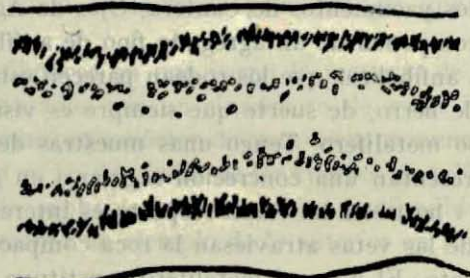


Fig. 3.—Veta de estructura en fajas simétricas  
(Corte esquemático del mineral de Cachiuyuito)

En Ojos de Agua ocurre lo mismo; pero en este caso los cristales de apatita tienen color rojo carne. Los cristales de apatita presentan a menudo caras cristalográficas bien desarrolladas i no están corroidas, o bien poco. Aquí el aspecto de estratificación es reforzado por drusas con grandes cristales implantados de magnetita dispuestas en líneas casi continuas i paralelas a los límites laterales de los cuerpos metalíferos. Líneas semejantes de drusas i cavidades con cristales de magnetita se encuentran en El Molle i otros puntos. Creo que estos fenómenos hacen suponer la acción de procesos neumatolíticos durante la formacion de los yacimientos. Esta acción se evidencia, además, por otros fenómenos. Fuera de la apatita, que a menudo aparece en gran cantidad, encontré en algunos yacimientos, como El molle i Cantera, al examinar al microscopio algunos cortes de roca, agrupaciones de agujas finas de turmalina pleocroítica. Ambos minerales caracterizan procesos neumatolíticos, a los que se debe talvez tambien la presencia de calcita que impregna a veces en cantidad considerable las



menas i la roca encajadora. A favor de su orijen primario obra el hecho de haber sido encontrada en fragmentos de 10 a 20 cms. de diámetro en medio de los cuerpos metalíferos, como, por ejemplo, en Ojos de Agua i El Molle. En una muestra procedente de Ojos de Agua pude comprobar que un cristal de apatita estaba rodeado de calcita.

Tambien hai pruebas en algunos yacimientos de la accion de procesos hidrotermales. En muchas partes la roca encajadora está mui descompuesta i su composicion mineralójica orijinal ha sido alterada por formacion i aporte de nuevos minerales. En Cruz de Cañas, Algarrobito i en varios puntos en Cristales, se ha producido una impregnacion de la roca encajadora con partículas de pirita. En El Molle se encuentra, tanto en la masa metalífera como en la roca, junto con calcita cristalizada, granate rojo en abundancia con caras de cristales bien formadas, talvez producto de trasformacion por procesos hidrotermales. A estos procesos puede atribuirse tambien la presencia en abundancia de calcedonia casi siempre teñida de rojo por óxido de fierro, que se encuentra en varios yacimientos, especialmente en Algarrobito i Cristales. Estos procesos podrán tambien esplicar los fenómenos siguientes: en muchos de los yacimientos reconocidos aparecen junto con magnetita i hematita cristalina guias irregulares i bolsones de fierro olijisto en escamas finas. Al mismo tiempo, se encuentra casi siempre cuarzo, comunmente con caras cristalográficas i cierta concentracion en minerales de cobre oxidado. En parte de las minas de cobre de esta rejion se esplotan tales yacimientos, como por ejemplo, en Ojos de Agua, Algarrobito i otros mas. No hai duda que este fierro olijisto es mas nuevo que la masa metalífera principal i de orijen secundario. Muchos indicios permiten suponer que los yacimientos han vuelto a agrietarse i abrirse despues de su formacion a causa de fuerzas tectónicas, dando paso, así, a soluciones hidrotermales. El fierro olijisto debe considerarse en este caso simplemente como producto de trasformacion termal de la magnetita i de la hematita. Cuarzo brechiforme con fragmentos de la roca encajadora cementada por fierro olijisto, como se encuentra en Algarrobito, confirman esta hipótesis. Con esto se demostraria tambien el orijen secundario tan discutido de los yacimientos de cobre que se encuentran en los yacimientos de fierro.

#### FORMA I ESTENSION DE LOS CUERPOS METALÍFEROS EN PROFUNDIDAD

Para averiguar la forma i estension de los yacimientos de fierro en profundidad hai labores de reconocimientos sólo en el yacimiento de Algarrobo. En los yacimientos con carácter de veta orijinados por la ascension de masas metalíferas por grietas de poca potencia puede suponerse que la estructura de los cuerpos metalíferos es laminiforme i que hai cierta razon entre la estension lonjitudinal en la superficie i la estension en profundidad. Es



probable, pues, que las vetas magmáticas que en la superficie se estienden en un trecho considerable no se extinguirán tan pronto en profundidad. Distinto será el caso en los lugares en que la intrusión metalífera dió origen a macizos en forma de bolsones o rebosaderos, como en El Molle, Ojos de Agua, La Liga i Algarrobo. En estos casos es imposible apreciar la forma i estension de los cuerpos metalíferos aislados. Estas condiciones pueden observarse bien en las labores de reconocimiento de Algarrobo. Se ha encontrado aquí varias veces que las masas compactas de mineral metalífero que afloran son únicamente restos de cuerpos metalíferos que ya a poca hondura se pierden. En cambio, en estas labores se han hecho en algunas ocasiones alcances sorprendentes. Por ejemplo, en partes en que la superficie no presentaba indicio alguno de la existencia de masas metalíferas, en profundidad se han encontrado cuerpos metalíferos de dimensiones considerables. En un caso se abrió una galería un poco mas abajo del afloramiento de uno de los cuerpos metalíferos principales; pero en vez de encontrar la continuacion esperada del cuerpo metalífero en profundidad, sólo se encontró roca estéril. Solo en el piso de la galería se descubrió nuevamente mineral metalífero, de suerte que hai probabilidad de encontrar en esta parte otra masa metalífera independiente. Considérese la figura núm. 4.



Fig. 4.

El contorno de los diferentes cuerpos metalíferos hacia la profundidad, que a veces posee formas muy raras, puede considerarse en la fig. núm. 5 que corresponde a la parte central del yacimiento de Algarrobo. Los Tajos (Cristales) representa un yacimiento completamente destruido por la erosión. Los rectos fragmentarios ocupan aquí la cúspide de un cerro aislado, de modo que no puede tratarse aquí de un enriquecimiento aluvial. Un yacimiento análogo se encontró un poco al norte del yacimiento principal de Ojos de Agua. La gran cantidad de bloques acumulados ahí en la superficie nos permite todavía formarnos una idea sobre la estension i forma primitiva del yacimiento. Los pozos de reconocimiento de Cristales nos suministran datos muy importantes sobre la forma i dimensiones de los cuerpos metalíferos. Algunas de las mas interesantes están reproducidas en la fig. núm. 6. Los pequeños cuerpos metalíferos que se han descubierto aquí muestran a menudo fajas irregulares de forma lenticular alargada;



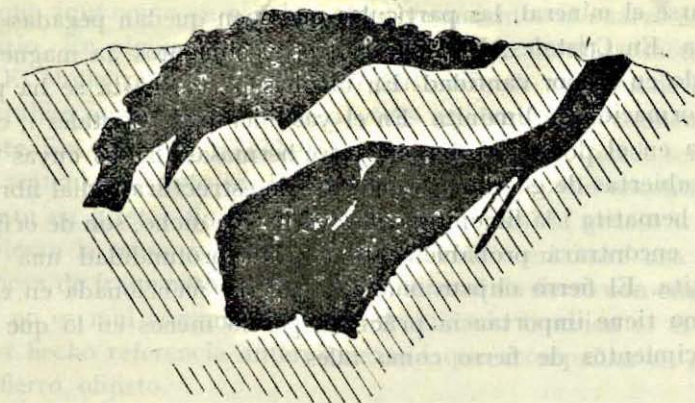


Fig. 5.—Perfil transversal por dos farellones del Algorrobo

pero su límite con la roca encajadora está siempre bien marcado. Jeneralmente no constituyen masas coherentes individuales cerradas sino que están desintegradas en fragmentos i manchas irregulares sin relacion especial perceptible; pero aun en los macizos metalíferos principales, he podido ob-

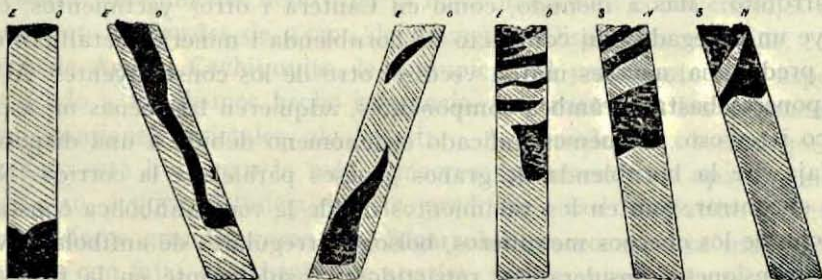


Fig. 6.—Perfiles observados en los pozos de ordenanza de Cristales

servar con cierta frecuencia en las faldas escarpadas una estension reducida en profundidad. Sin embargo, en Cristales pude comprobar en algunos casos la presencia de nuevos cuerpos metalíferos i aparentemente independientes, debajo de aquellas que afloraban en la superficie.

#### MINERALIZACION.

Las menas de la gran mayoría de los yacimientos de fierro se componen principalmente de hematita cristalina; pero no hai duda que ésta no es de oríjen primario, como lo demuestran las numerosas pseudomorfas de ematita segun magnetita que en todas partes se encuentran. A veces se ha conservado la magnetita. Así, por ejemplo, el yacimiento sin importancia de Yungai se compone de magnetita pura con intenso brillo metálico.



Al golpearse el mineral, las partículas que caen quedan pegadas a la masa magnética. En Cristales, El Molle i otros yacimientos, la magnetita se ha conservado en menor cantidad. En muchas partes hasta se ha producido una trasformacion en limonita. En el yacimiento de Cristales i, con ménos frecuencia en el de Algarrobo, encontré hermosas drusas cuyas cavidades estaban cubiertas de goethita arriñonada de estructura radial fibrosa. Puesto que la hematita i la limonita, como ya hemos dicho, son de oríjen secundario, se encontrará probablemente a gran profundidad una transicion a magnetita. El fierro olijisto o mica de fierro mencionada en el capítulo anterior no tiene importancia práctica, por lo ménos en lo que concierne a los yacimientos de fierro como tales.

#### IMPUREZAS DE LAS MENAS.

Sólo escepcionalmente los yacimientos de fierro se revelan puros ante un exámen macroscópico. Cuantitativamente la hornblenda es la principal de las impurezas. Sólo en pocos casos constituye la anfíbola un cuerpo metalífero homogéneo, formado por concreciones cristalinas de grano grueso, con el mineral metalífero. Tal ocurre en algunas partes del yacimiento de Algarrobito. Mas a menudo, como en Cantera i otros yacimientos, constituye un agregado mui compacto de hornblenda i mineral metalífero en el que predomina, a veces uno, a veces el otro de los constituyentes. Al descomponerse bastante ámbos componentes, adquieren las menas un aspecto opaco i terroso. Ya hemos indicado el fenómeno debido a una disposicion en fajas de la hornblenda de granos gruesos paralela a la corrida. No es raro encontrar, aun en los yacimientos donde la roca anfibólica constituye el lecho de los cuerpos metalíferos, bolsones irregulares de anfíbola, a veces de dimensiones considerables, repartidos irregularmente en la masa metalífera. Estos bolsones aparecen mui corroidos en los bordes i justifican la hipótesis de que han sido arrancados de la roca vecina i encerrados como material extraño en la masa metalífera durante la intrusion que dió oríjen al yacimiento. Esta hipótesis puede sostenerse aun en los casos en que los reconocimientos superficiales no descubren estas rocas anfibólicas, puesto que nada impide suponer que pueda existir a mayor profundidad.

Interes mineralójico sólo tiene la presencia de zeolitas, probablemente chabasita, que existe en concrecion con mineral de fierro o con anfíbola en los yacimientos de Cachiuyuyito i, ménos frecuente, en Algarrobito. Sólo en mui raros casos, como en Chinchilla, por ejemplo, estaban los yacimientos libres de impurezas perceptibles bajo un exámen macroscópico. El cuarzo es mui comun en los minerales de fierro i su lei es mui variable. Los yacimientos de Piriña, La Liga i, en parte tambien, las vetas sin importancia de Estancilla, se componen de un agregado de granos finos de mineral de fierro i cuarzo. Este último predomina en algunas partes. Es



probable que aquí como en muchos otros yacimientos el cuarzo sea de origen primario. En algunos cortes microscópicos de la masa metalífera de cantera i El Molle pude comprobar la existencia de agujitas de turmalina que penetraban en el cuarzo i que a veces estaban completamente rodeadas por éste. Sin embargo, no cabe duda de que el cuarzo puede ser en parte de origen secundario. Esto se demuestra por el hecho de encontrarse mui comunmente en grietas finas de algunos milímetros de grueso a lo sumo, que atraviesan la masa metalífera. En Algarrobito encontré una cementacion brechosa de fragmentos astillosos de mineral de fierro con cuarzo. Este fenómeno no es mui comun. De origen secundario tambien es el cuarzo a que hemos hecho referencia anteriormente i que acompañan en gran cantidad al fierro olijisto.

Cuando amorfo, se presenta el ácido silícico como capa delgada sobre los planos de clivaje del mineral de Algarrobito. Además, en forma de bolsones irregulares teñidos de óxidos de fierro, se encuentra en los yacimientos de Algarrobito i de Cristales. La apatita es tambien una de las impurezas mas comunes en los yacimientos de fierro. La lei en apatita llega a ser tan alta a veces, como en Ojos de Agua, por ejemplo, que el yacimiento adquiere el carácter de yacimiento de apatita i no de fierro. La apatita se presenta jeneralmente dentro de la masa metalífera como cristales algo corroidos en los bordes de 2 cms. de diámetro. Dispuestos en fajas, como en Ojos de Agua i Cachiyuyito, le comunican al yacimiento ese aspecto estratificado a que hemos hecho referencia. Mui raros son los yacimientos que no contienen cristales de apatita. A menudo se observa que un yacimiento está libre, por lo ménos macroscópicamente, de apatita, mientras en otro, a poca distancia de éste, predomina casi la apatita. En cuerpos metalíferos grandes como en Algarrobo aparecen en la masa zonas irregulares con fajas de cristales de apatita, pero en cantidad mui reducida con relacion al mineral de fierro puro. La apatita se presenta en dos variedades bastante diferentes. La mas comun es una apatita de color de carne sin el lustre graso característico de la apatita. La segunda variedad es una apatita verdosa, translúcida, de lustre graso i cuya presencia se limita sólo a algunos yacimientos, como El Molle, donde es bastante abundante. Como la apatita es mui resistente contra la descomposicion i al arrastre, no es fácil dejar de notar su presencia en los afloramientos aun cuando se halla en mui pequeñas cantidades.

El carbonato de calcio aparece en los yacimientos esclusivamente en forma cristalizada. En el yacimiento de Ojos de Agua forma numerosas inclusiones pequeñas de contornos irregulares. En una muestra procedente del mismo punto, como ya lo hemos indicado anteriormente, el carbonato de calcio encierra cristales de apatita roja, de modo que no puede haber duda acerca de su origen primario. En El Molle i Ojos de Agua, el mineral de fierro está intensamente impregnado con espato calizo i da



mucha efervescencia con ácido clorhídrico. Además, en El Molle, los cuerpos metalíferos están atravesados por una red densa de vetitas rectilíneas entrecruzadas de espato calizo. Como éste se destruye fácilmente en la superficie por influencia de los agentes atmosféricos, presenta aquí el mineral metalífero un aspecto corroído curioso. Ambos yacimientos están acompañados de guías delgadas i paralelas de espato calizo cristalizado. De la roca encajadora descompuesta provienen las depositaciones de espato calizo compacto, las que en algunos yacimientos como Chinchilla, se encuentran en los planos de clivaje.

Sólo en algunos casos pudimos comprobar la existencia de piritas en los yacimientos. Tal vez han sufrido en los afloramientos procesos de descomposición de cuyo carácter podemos juzgar sólo en muy pocos casos, dado el gran número de inclusiones susceptibles de descomposición. En El Molle la piritita está diseminada en pequitas esporádicamente en la masa metalífera i no tiene, en consecuencia, importancia práctica. Mas desfavorables son las condiciones en el yacimiento de Algarrobo, donde la galería principal ha descubierto en extensión considerable mineral de hierro muy pirítico. La piritita rellena aquí grietas finas irregulares, de lo que se deduce que no es primaria, es decir, no se ha formado simultáneamente con el mineral de hierro. Su origen se debe tal vez a los mismos procesos que intervinieron en la formación de los minerales de cobre en los yacimientos de hierro i cuya génesis probable he indicado ya anteriormente. Se puede admitir que, debido a fuertes presiones tectónicas, se han formado zonas agrietadas en las que precipitaron las piritas de las soluciones que por aquellas circulaban. Como prueba del hecho que los yacimientos han soportado fuertes presiones tectónicas tenemos la frecuencia con que se encuentran superficies de deslizamientos (espejos). Casi no hay cuerpo metalífero en que no se encuentre gran número de tales fenómenos. Las superficies de deslizamiento están a veces muy curvadas. En algunas muestras hasta pudimos observar un escalonamiento de tales grietas.

Las masas metalíferas que afloran en Algarrobo por encima de la zona pirítica no presentan porosidades o fenómenos de descomposición que permitan suponer la existencia anterior de piritita en ellas.

Del conjunto del yacimiento del hierro del sur de Atacama son relativamente pocos los que contienen mineral bueno i puro. Una parte importante de ellos está impurificada por los minerales mencionados hasta el extremo que exigiría para su beneficio una larga preparación previa. Desde un punto de vista técnico es posible una concentración suficiente del mineral impuro; pero el problema práctico de las posibilidades de una preparación sólo puede resolverse tomando en cuenta las condiciones económicas.

Como en la explotación no se sacan las partes de mineral de poca pureza ni las inclusiones de rocas, esto ya constituye una especie de concentración. A esto podría agregarse el trabajo posterior en las mesas i cintas



de escojido. Pero en los casos en que la hornblenda cristalina o el cuarzo, se encuentran íntimamente entrelazados con el mineral de fierro, es necesario recurrir, si se desea una concentracion mas completa, a una molienda bastante fina i a una separacion magnética posterior; pero la molienda fina es precisamente un procedimiento mui costoso i dudamos que el mineral de fierro pueda soportar un gasto crecido, dado su poco valor comercial. Son pocos los casos en que una concrecion del mineral de fierro con minerales inútiles permitiría el empleo de clasificadores gravitacionales.

CL. LINNEMANN.



## Combustible coloidal

---

Ultimamente se han hecho en Estados Unidos interesantes esperiencias sobre el empleo de una nueva combinacion de combustibles llamada «Combustible coloidal», compuesto por carbon molido íntimamente mezclado con petróleo.

Los submarinos han impulsado a buscar un combustible con ménos humos i a salvar la dificultad de trasporte del combustible líquido. Buscando como resolver estos problemas se ha encontrado que el carbon en polvo, en combinacion con petróleo ayuda. Este carbon en polvo, a veces sub-producto desperdiciado i siempre barato, no sólo es abundante en Inglaterra i América, sino que el uso de este combustible valoriza los grandes depósitos de carbon de baja lei, los cuales hasta hoi no tienen valor comercial.

No hai mas que recordar las dificultades que se han sucedido en la produccion de carbon en todo el mundo i el precio que ha alcanzado para comprender la importancia de este nuevo combustible coloidal.

Mr. Lindon W. Bates ha hecho interesantes esperiencias sobre estos estudios, los cuales condensamos en algunas líneas.

En la «introduccion», dice Mr. Bates que se debe hacer un mejor aprovechamiento de lo que existe (refiriéndose a los combustibles) i no esperar milagros.—Busquemos i encontraremos. Dejemos a la ciencia buscar, inspirar a los hombres a buscar i buscar incesantemente.

Mr. Bates ha trabajado en la industria del petróleo varios años. Ha estado íntimamente asociado a los campos petrolíferos del Perú, Rusia, Trinidad i otros. Al principio de la guerra europea comenzó a especiali-



zarse en el estudio de la situación de la industria petrolífera en Estados Unidos i en Europa i su relación con la amenaza sub-marina.

Se familiarizó con el petróleo, i sus esfuerzos para llegar a obtener el combustible coloidal, conociendo el bajo precio de ciertos yacimientos carboníferos donde el petróleo es escaso, se encaminaron hácia el carbon i petróleo como medio de salvar la situación que ha de venir en el futuro. Una insuperable dificultad fué la decantación del carbon en polvo.

Con el tiempo se salvaron las dificultades i se reconoció que existía una serie de nuevos combustibles. Uno de esta serie es un líquido, con 30% de carbon en polvo, 69% de petróleo i 1% de un fijador, el cual mantiene al carbon en suspensión durante un período de tiempo suficiente para que sea admitido en todos los usos prácticos.

Este nuevo combustible líquido ha sido ensayado durante tres meses con frecuencia i especialmente en buques, i se ha encontrado que es altamente satisfactorio. Se hicieron pequeños cambios en los estanques para almacenar petróleo de los buques, en las tuberías, calentamiento previo i quemadores i las calorías desarrolladas por volúmen, con el carbón naval incorporado fué un 2% superior.

Por primera vez un combustible coloidal ha sido hecho, el cual puede ahorrar el empleo de 30% del petróleo sin pérdida de eficiencia por unidad de volúmen, el cual puede prepararse en cualquier parte del mundo a menos costo que el precio del petróleo.

Mr. Bates ha ido mas léjos i ha determinado una cantidad de nuevos combustibles, cada uno con distintos porcentajes de petróleo, carbón i fijador. Cada clase revela cualidades diferentes i características i propiedades especiales. Uno de los compuestos es una jalea a la temperatura ordinaria, pero está compuesto de mitad petróleo i mitad carbon. Es de manejo sencillo i puede ser fácilmente pulverizado bajo presión en la cámara de combustion.

#### OBJETO DE AHORRAR PETRÓLEO

Aparte de los motivos afectos a la guerra europea: conservar mayor tiempo los depósitos de petróleo i de carbon de Norte América, aumentar el consumo de petróleos con mucha lei de azufre, disminuyendo el porcentaje al mezclarlo con carbon sin azufre; promover, acerca del consumo en la metalurgia, armada i ferrocarriles, disminuirlo para aumentar la producción de productos valiosos, favorecer la quemadura de carbones pobres i aquellos con mucha ceniza para que den mayor eficiencia ahora que el mundo está escaso de carbones puros.



## SISTEMAS ADECUADOS PARA EMPLEAR PETRÓLEO I CARBON

1) Consiste en la manufactura i uso de una mezcla coloidal o algo análogo, de petróleo i carbon; para encontrar la verdadera composicion se ha hecho esperiencias químicas que demoran muchas veces. Se ha encontrado métodos especiales para hacer i mantener «ad libitum» un líquido i mezcla coloidal industrial en la cual el carbon contenido llegue a 35%. Para quemar este combustible no hai que cambiar los depósitos, cañerías, fogones, etc. de instalaciones corrientes. Su aplicacion a las máquinas Diesel está indicada tanto para el mar como en tierra.

2) Consiste en usar petróleo i carbon al mismo tiempo, en el mismo fogon en proporciones completamente controlables, es decir, ya sea puro carbon, puro petróleo o cualquier porcentaje de cada uno.

3) Consiste en una combinacion de 1 i 2. Esta es una jalea o mezcla íntima de petróleo i carbón, parte coloidal i parte unida mecánicamente 30 a 80% de carbon. Esto es suficientemente fluido para que pase por las cañerías i quemadores especiales.

Demostraciones de 1, 2 i 3 han sido presenciadas por comisiones de espertos franceses, ingleses e italianos durante la guerra.

Se ha comprobado que ninguno de estos sistemas aumenta el costo de la produccion de vapor, ni reduce los viajes. Al contrario, se ha mostrado como mui practicable en los trasportes marítimos para ahorrar 30 a 60% de petróleo actualmente necesario.

## PETRÓLEO CONVENIENTE PARA MEZCLARLO CON CARBON.

Varios petróleos son convenientes en su estado natural para formar un fluido coloidal. Unos requieren pequeñas trasformaciones para prepararlos para el procedimiento. Las cualidades mas importantes son: punto de inflamacion, peso específico, viscosidad, azufre i agua contenida.

El peso específico es de importancia considerable, pero su rango es pequeño comparado con el rango de la viscosidad para obtener los mejores resultados en cuanto a la estatilizacion, el petróleo debería tener ciertas características que se pueden obtener fácilmente. Pasando por sobre las características químicas, debe tomarse nota que de las propiedades físicas la viscosidad, o mas precisamente, la curva viscosidad-temperatura, muestra amplias variaciones. Esta propiedad es precisamente la de mayor importancia en el problema de la suspension del carbon en el petróleo.— Muchos petróleos son aptos para el uso coloidal sin necesidad de un tratamiento especial.



## CARBON APTO PARA INCORPORARLO AL PETRÓLEO

Casi todas las variedades de carbon son aptas para incorporarlas a petróleo; esto incluye, al lado de la antracita usual i bituminosa, carbones tales como, antracita, Rhode Island, lignitas i turbas. Los carbones europeos de baja clase pueden usarse pulverizados, en los casos en los cuales no podria usarse ventajosamente solo. La principal cuestion son las calorías que contiene. Un carbón con tan pocas calorías al extremo de dejar al compuesto coloidal con ménos calorías que el petróleo solo, no es ventajoso salvo en caso de guerra. Un punto importante que afecta la eficiencia del actual calentamiento de un compuesto de carbon i petróleo es la cantidad de cenizas que deja despues de su combustion completa. La ceniza es mui superior a la de los petróleos; ejemplos:

Muestra	Por ciento cenizas	Antracita americana B. T. U. seco por libra
1	6,03	14,137
2	7,23	13,961
3	10,30	13,714
4	11,94	13,235
5	26,23	10,650
6	8,70	13,284

## CARACTERÍSTICAS DE CARBON I MEZCLAS DE PETRÓLEOS

En órden de determinar las características de carbon i mezclas de petróleo se han hecho numerosos experimentos. En el primer grado de la evolucion pequeñas cantidades de varios aceites vegetales eran empleados en ayudar a guardar el carbon en suspension, pero mas tarde demostraron estos esperimentos que no estaban en forma correcta. El fijador especial que se usó dejó el líquido suficientemente estable. Un informe técnico seguro i nuevo da las pruebas siguientes:

«El petróleo en estos experimentos era un aceite crudo i pesado el cual ha sido calentado varias veces entre 200 grados a 300 grados C. i tenia así mas pérdidas de los compuestos volátiles. El peso específico a 20° C. era 0,8997.

Dos clases de carbon fueron usadas: 1) carbón duro (antracita) teniendo un peso específico de 1,467; 2) carbon blando (bituminoso) teniendo un peso específico de 1,268. Estos carbones fueron pulverizados.

Las siguientes proporciones de carbon i petróleo fueron tomadas en dos esperimentos:



	CARBON			PETROLEO		
	Peso Actual	Por ciento	Volumen Actual	Peso Actual	Por ciento	Volumen Actual
Carbón duro	167 g.	26,4	200 cc.	450 g.	73,6	500 cc.
Carbon blando	110 g.	170	200	450	80,3	500 cc.

La incorporacion fué mui normal i la mezcla bien fluida. Se le dejó a la temperatura de la pieza para ver qué cantidad se asentaba. Sin un buen fijador para la mezcla, los resultados no eran comerciales.

La viscosidad fué determinada comparando el recorrido de 55 cc. con la del aceite de castor, usando una pipeta ancha. Los récords de viscosidad fueron

	Temperatura	Tiempo	Viscosidad
Aceite de Castor	23° C.	144 seg.	7,9
Petróleo pesado	23° C.	122 seg.	6,7
» »	75° C.	3,7 seg.	0,21
Carbón blando i petróleo	23° C.	230 »	16,6
» » » »	75° C.	13,7 »	0,75
» duro	23° C.	200 »	11,0
» » » »	75° C.	6,3 »	0,346

Efectuando la combustion completa, las calorías de la mezcla deberian ser iguales a la suma de las calorías de los componentes.

Los resultados fueron los siguientes.

	B. T. U.
Petróleo crudo	18.330
Carbon bituminoso	13.284
Antracita	13.284
Petróleo i carbon blando	17.307
Petróleo i carbon duro	16.390

Tomando el volumen como base se tiene:

	B. T. U.	P. S.	B. T. U. por unidad de volumen
Petróleo	18.330	0,900	16.497
» i carbon blando	17.307	0,968	16.753
» » » duro	16.390	0,995	16.308

#### VENTAJAS DE UN COMBUSTIBLE COLOIDAL

Si los diversos combustibles en estado coloidal, petróleo i carbon se comparan con el carbon quemado ordinariamente a bordo presentan numerosas ventajas. Las ventajas a favor pueden reunirse en las siguientes:

1.º El rendimiento es mejor que en el caso de carbon quemado en



parrillas. Esto se debe al mejor porcentaje de exceso de aire necesario para la combustión, i al hecho de que no hai pérdidas de combustibles en las cenizas.

2.º Se puede obtener una combustión sin producirse humo, reduciendo la visibilidad del buque, factor estratégico i táctico en tiempos de guerra.

3.º Se puede jenerar rápidamente una nube de humo con un exceso de combustible, factor de mucha importancia para un buque atacado por un submarino.

4.º La elasticidad del manejo es igual a la del petróleo i el equipo puede disponer en tal forma que se controla perfectamente la alimentación i responde a súbita sobre-cargas.

5.º Se pueden quemar combustibles de menor poder calorífico que los usados actualmente. Estos son los métodos en evolución mas seguros para combatir la escasez de combustible.

6.º Hai ménos humedad i en un combustible así quemado que en el carbon empleado comúnmente en las parrillas de calderas; i se tiene tambien una temperatura mas uniforme.

7.º En caso de cualquier dificultad se puede apagar inmediatamente el fuego de las calderas.

8.º Se puede producir vapor rápidamente.

9.º El equipo instalado se puede controlar bajo todas las condiciones de servicio.

10. Su uso a bordo introduce una gran simplificación al trabajo excesivo actual. La tarea de preparar, encender i mantener el fuego, que el vapor esté en el puerto o en viaje, en crucero o en situación de batalla, es dura i agotadora. Reducir el precio de la mano de obra significa mayor andar, menor detención i un servicio mas cerca de lo continuo.

11. El control cuidadoso de alimentación en vez de un trabajo excesivamente duro, (tan severo que su mejora es hacer humana una de las ocupaciones mas mortificantes, con todo su cortejo de enfermedades profesionales).

12. Humo, hollin, cenizas, chispas, avivar el fuego, pueden ser prácticamente eliminadas, como tambien casi todo el manejo de cenizas i la limpia de fuego, cenicero, chimineas i caja de humo.

13. Hai resultados mas continuos de la presión del vapor que contiene gran capacidad en el caldero i aumenta la eficiencia, reduce la presión atras del cilindro, mas alta presión de vapor, como es comparado con una masa de carbon quemado. Mas unidad de vapor en el carbon es utilizado,

#### CONCLUSIONES

Cada sistema de combustible que hemos considerado tienen su empleo adecuado. Son los ingenieros, los consumidores, los que deben escojer e



instalar aquel que es mas útil para sus problemas de fuerza. Habrá siempre en el problema del combustible en la paz i en la escasez de combustible durante la guerra necesidades diversas que deberán aprenderse diversamente. El nuevo combustible coloidal se presta para levantar vapor i desarrollar fuerza en tierra firme i a bordo en buques, vapores de la línea i de itinerario fijo i buques mercantes, en locomotoras, plantas de fuerza, en metalurgia i en millares de industrias se emplea el calor o vapor. Se adapta a todos los aceites, a todos los carbones i a todos los paises. Concebido i perfeccionado para responder a las emergencias de una guerra darnos el triunfo, él ha probado ser un producto que vivirá i servirá tambien en la paz. Contribuirá a conservar nuestro patrimonio i a traves de los tiempos venideros estimulará activamente el progreso del mundo.

Podemos asegurar que encontraremos remedio al excesivo gasto de transporte i a la pobreza de nuestras reservas de aceites en la forma indicada mas arriba. Casi no es necesario hacer hincapié sobre el valor de este combustible para los Estados Unidos i mas aun para Inglaterra, Francia e Italia donde la mezcla puede realizarse con carbones europeos. La demanda de aceite aumenta constantemente. La reserva de aceite de nuestra madre tierra se agota hasta la hez, pozo tras pozo. La historia siempre es la misma, al descubrimiento i su explotacion febril, sucede su apojío, su decadencia i prolongada agonía. Las haciendas, los campos, las selvas hasta las riberas de algunos mares nos entregan su mas precioso tesoro. El gasto prodijioso de petróleo es una falta que se apagará tristemente. Su conservacion debe ser la tarea de aquellos sobre los cuales se ha depositado este solemne deber sin precedentes.

A. CONCHA.



## Refino del grafito dedicado a la fabricacion de crisoles <sup>(1)</sup>

El grafito empleado en la fabricacion de crisoles debe ser de una gran pureza. Debe contener por lo menos 85 por 100 de carbono, i si es posible 90 por 100. Prácticamente no deberá contener ni mica, ni pirita, ni óxido de hierro, i solo una pequeña cantidad de cuarzo no le es nociva. Debe aglomerarse perfectamente con un aglutinante apropiado. Los granos de grafito deben tener en su mayor parte un milímetro de diámetro i deben todos

(1) Tomado de la Revista Minera de España.—Madrid.—Oct. 1920.



ser detenidos por un tamiz de mallas de 0.4 milímetros. Los minerales de grafito de Alabama, principal rejion productora de este elemento en los Estados Unidos, son de gran variedad. Los métodos de tratamiento que se les aplica han sido objeto de un estudio reciente del *Bureau of Mines*, de los Estados Unidos, reproducido en el *Engineering and Mining Journal* i del que damos a continuacion un resúmen.

PROCEDIMIENTOS DE AFINO EXISTENTES.—El procedimiento habitual de refino de los concentrados procedentes de los minerales crudos, consiste en secarlos, despues someterles a la accion de un molino de muelas i despues a un acojido o tamizado sobre el tamiz de 0.4 milímetros. Pero cuando la cantidad de impurezas contenidas en los concentrados es grande, esta trituracion produce una gran pérdida de materia útiles. Hai que separar previamente, por lo tanto, estas impurezas nocivas. Empléase con este objeto un aparato de escojido neumático o aeroclasificador que consiste en una caja de 1.10 metros de lonjitud, 0.375 metros de altura en un extremo i 0.350 metros en el otro, estando este último en comunicacion con la aspiracion de un ventilador por medio de un tubo de 0.100 metros de diámetro. El aparato comprende, ademas, cuatro compuertas situadas a distancias diferentes de la entrada de las materias i colocadas sobre la cara opuesta a aquella por la que se efectúa la alimentacion, que está asegurada por una correa sin fin que recibe el mineral concentrado i seco. Cuando la corriente de aire funciona, las compuertas dejan paso a los productos clasificados i el grafito se separa de sus impurezas, porque está en laminillas i es ménos denso que las otras partes, en jeneral arenosas. Hai, sin embargo, una gran cantidad de impurezas que acompañan al grafito, de tal modo, que la purificacion final no puede obtenerse sino por el paso por el molino de muelas. No hai necesidad de servirse del aeroclasificador cuando el tamizado sobre la tela metálica de 0.4 milímetros da productos de 70 por 100 de grafito; no es necesario servirse de este aparato despues del paso por el molino de muelas. No hai necesidad de servirse del aeroclasificador cuando el tamizado sobre la tela metálica de 0.4 milímetro da productos de 70 por 60 de grafito; no es necesario servirse de este aparato despues del paso del molino de muelas mas que despues de ensayos que establezcan su utilidad. El tamizado de los concentrados puede dar un enriquecimiento de 25 por 100, pero puede ser necesario, en algunos casos, hacerle preceder de un quebrantado en el molino de bolas.

De todas maneras, el tratamiento final del grafito que le da las cualidades necesarias para la confeccion de crisoles, necesita una pasada por el molino de muelas, seguida de una clasificacion cualquiera por tamizado, aeroclasificador u otros separadores.

Este trabajo final en el molino de muelas es mui bueno; suministra productos excelentes, comprimidos i a menudo con un enriquecimiento considerable; no debe ser empleado en todos los casos, sino despues de ha-



ber desembarazado, por todos los medios posibles, los concentrados de la mayor parte de las impurezas que contengan i en particular de las materias gruesas i arenosas, que aumentan mucho, en este trabajo de molido, las pérdidas de grafito fino; pero solo este paso por el molino de muelas, permite obtener las cualidades que exige esta sustancia para entrar en la confeccion de crisoles.

ENSAYOS DE SEPARACION POR MEDIO DE APARATOS NEUMÁTICOS.—El principio del aparato neumático es parecido al del aspirador en el que el aire arrastra en conjunto los productos que entran en el aparato i cuyas diferentes partes se depositan mas o ménos léjos según sus propiedades físicas, densidad, volúmen, superficie, etc. El aparato de ensayo se compone de una pequeña caja cuyo fondo de  $0.065 \times 0.085$  metros, está formado de una parrilla sobre la cual es enviado el aire a una presion de 0.065 a 0,130 kilogramos, que pasa por una compuerta de rotacion rápida que produce por sus aberturas i cierres bruscos, una agitacion continua de los productos situados sobre esta parrilla. La alimentacion es continua i se hace por un extremo de la parrilla, miéntras que en el otro extremo i sobre las paredes laterales, una abertura situada a la altura de la parrilla deja paso a las impurezas, i otra abertura situada sobre la cara opuesta i a la altura de las capas superiores del producto en agitacion sobre la parrilla, permite la extraccion del grafito purificado. Se pueden obtener con este aparato productos mejor refinados que con el aspirador, pero en menor cantidad. Ensayado en la industria, parece haber dado buenos resultados, pero la accion que tiene finalmente sobre las materias que entrega al molino de muelas, donde la cantidad i calidad de los productos decidirán en último término, puede solo decidir si se debe dar la preferencia a este aparato neumático o a un aspirador.

SEPARADORES ELECTROSTATICOS.—La gran diferencia de conductividad eléctrica de las partes componentes de los concentrados de grafito ha conducido últimamente a los investigadores a ensayar el procedimiento electrostático. Este último no ha dado, sin embargo, resultados satisfactorios, por una parte a causa de la mala disposicion de los aparatos primitivos desde el punto de vista eléctrico, i por otra, a causa de la presencia de una cantidad notable de óxido de hierro que se ha encontrado en algunos minerales i cuya gran conductividad impide la separacion. Para evitar este último inconveniente, se ha mejorado su concentracion por medio de tratamientos en el quebrantador, i por un mejor funcionamiento mecánico de los aparatos electrostáticos primitivos, se han llegado a obtener productos que no contienen sino una pequeña cantidad de este óxido de hierro tan perjudicial a la buena calidad de los crisoles.

El aparato electrostático al cual se ha llegado despues de diversas experiencias, está representado esquemáticamente en la figura 1. En este aparato las partes conductoras contenidas en los productos, se cargan fuer-



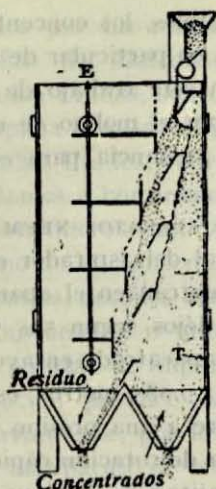


Fig. 1.—Separador electrostático de grafito.  
E.— Llegada de la corriente.  
T.— Contacto a tierra.

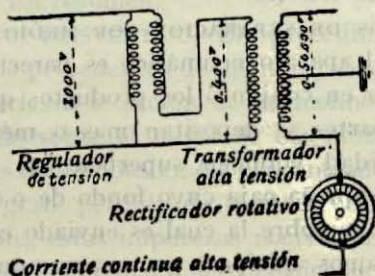


Fig. 2.—Diagrama de la instalación de los aparatos que suministran corriente a los separadores.

temente al pasar sucesivamente frente a una serie de platillos cargados todos de electricidad del mismo signo i por consiguiente son rechazados en la misma direccion hasta la base del aparato. Las impurezas que no sufren esta accion descienden en cascada a la parte inferior opuesta al aparato. Los resultados han probado que este método de tratamiento puede ser empleado con éxito para numerosos tipos de minerales. Su empleo ha parecido económico, tanto desde el punto de vista de los gastos como de las cantidades de mineral recojidas. Puede, en algunos casos, permitir un enriquecimiento de 90 por 100 de grafito, pero es, sin embargo, necesario, como en todos los casos, que su accion sea seguida por el paso del molino de muelas, que debe cerrar la serie de las operaciones de refino con un tamizado o cribado cualquiera. La eliminacion de la arena por este procedimiento parece ser completa. Los resultados en jeneral son, sin embargo, mui variables segun la calidad de los productos tratados, como ha ocurrido siempre con toda clase de separadores, necesitando para su aplicacion racional, profundos estudios.

ENSAYOS DE FLOTACION COMO TRATAMIENTO FINAL.—Se ha ensayado, hace algunos años, el enriquecimiento por flotacion de los minerales de grafito. El resultado, habiendo sido satisfactorio, puesto que con minerales de 3 por 100 de grafito se habian obtenido concentrados de 45 por 100, pareció lógico hacerle sufrir una nueva flotacion para aumentar todavía la proporcion de grafito puro. Estos ensayos de doble flotacion no han dado resultados económicos satisfactorios. Sin embargo, precediendo a esta segunda flotacion un quebrantado en el molino de muelas o de bolas, se



han comprobado algunas mejoras. Los aparatos de flotacion mecánica i los de flotacion neumática han dado los mismos resultados.

**CONCLUSIONES.**—De hecho no existe tratamiento universal aplicable a los concentrados de grafito, pero los procedimientos i máquinas que deben emplearse varían con la naturaleza de estos productos, su dureza sus dimensiones, el espesor de las láminas de grafito, la interposicion entre ellas de impurezas i la composicion química de estas impurezas. Resulta de las diferencias en el jénero i la intensidad del quebrantado necesario, i según el grado de éste se obtendrá una proporción mayor o menor de partículas de grafito utilizables. Cuando las impurezas no están adheridas a las láminas de grafito i son pequeñas i desmenuzables, su separacion se opera fácilmente; en el caso contrario, la extraccion es mucho mas difícil, así como la determinacion de los procedimientos susceptibles de eliminar las impurezas hasta en las últimas operaciones del afino.

Se ha comprobado que el paso por el molino de muelas era esencial en el trabajo final del grafito.

Los aparatos clasificadores de aire, aspiradores i neumáticos han sido reconocidos convenientes para las operaciones preliminares de separacion de productos duros i gruesos. Lo mismo ha pasado con los separadores eléctricos i los quebrantadores de bolas que han suministrado productos que pueden ser tratados ulteriormente con economía en los molinos de muelas.



## La industria del Azoe en los Estados Unidos

Desde la entrada de los Estados Unidos a la guerra, el gobierno Federal tomó a su cargo tondas las cuestiones relativas a la extraccion del ázoe atmosférico. I el estudio de estas se encomendó a la «Nitrate Division» del Departamento de ordenanzas (Artillery Service) i al «Bureau of Mines».

Las dificultades resueltas en los Estados Unidos han sido espuestas en una comunicacion dirigida el 15 de Mayo de 1918 a la Academia de Ciencias de Washington, por M. A. Noyes, Presidente «Committe of Nitrate Investigations» i del «National Research Council», i en un estudio de M. H. Maude Creighton, publicado en el «Journal of Franklin Institute».

Como ázoe *nitrico*, los Estados Unidos disponían: del nitrato de Chile, las importaciones del cual se acrecentaron cuanto fué posible; de los nitra-



tos sintéticos de Noruega que, en virtud del acuerdo del 30 de Abril de 1918 entre el Gobierno noruego i los Aliados, entre éstos i los Estados Unidos debían importar en América a partir del 10 de Mayo de 1918 sobre la base anual de 112,000 toneladas de nitrato de calcio, mientras que la esportación alemana se encontrara limitada a 8,000 tons.; del procedimiento de la «General Chemical Company» para la transformación del amoníaco sintético en ácido nítrico, análogo al procedimiento de Ostwald.

La primera Usina que trabajó según este procedimiento fué la «Ammono-Phos. Works» de Warners (New-Jersey), de la American Cyanamid C.<sup>o</sup> En Julio de 1916, fecha de la iniciación del trabajo, la producción horaria de cada unidad catalizadora era de 7 kilogramos de ácido nítrico; en Julio de 1918 pasó 20 kgs. En fin se instaló una segunda usina en Muscle Shoals (Alabama) con 700 unidades catalizantes i una tercera en Syracuse (New-York). La transformación en la usina de Warners costaba alrededor de 0.30 Frs. por kilogramo de ácido nítrico. El rendimiento del procedimiento se elevaba de 92 a 95%.

El procedimiento de fijación de nitrógeno aire por medio del arco eléctrico no ha sido desarrollado, a causa del consumo exajerado de corriente que es menester. Para fijar una tonelada de azoe necesitan 10 HP-año, mientras que la cyanamida de calcio solo reclama 2 HP-año. En los Estados del Este, fué preciso que el valor del caballo-año cayera de 10 i 12 dólares para que el procedimiento fuera económico. En el oeste la situación era muy diferente; pero la ausencia de minas de hulla i por consiguiente de amoníaco, luego se hacia singularmente difícil el transporte del ácido azótico, mucho menos cómodo, además, que el del nitrato de amonio.

Las grandes cantidades de azotato de amonio provenían, en los Estados Unidos, de los subproductos de la destilación pirojenada de hulla, de la descomposición de cyanamida, del procedimiento al cianuro i de la síntesis directa: Método de Haber i L. Rossignol.

Examinaremos estos diversos puntos en detalles.

**DESTILACION PIROJENADA DE LA HULLA.**—Una decena de años atrás los hornos de coke en los estados Unidos funcionaban sin recuperación. Era muy posible satisfacer, de esta manera, todas las necesidades de amoníaco. También durante la guerra, el Gobierno se contentó con emprender la transformación de los hornos existentes.

**FABRICACION DE LA CYNAMIDA.**—Este procedimiento ya habia tomado, antes de la guerra, cierta extensión en América. Por ello es que la «American Cyanamid C.<sup>o</sup> en Niágara-Falls producía 20,000 toneladas de nitrato de amonio por año. Poco antes del armisticio se concluyó en Muscle Shoals (Alabama) la segunda Usina la «U. S. Nitrate Plant N.<sup>o</sup> 2», i la producción global debia elevarse a 220,000 toneladas de nitrato de amonio por año.

Se habia, además, emprendido la construcción de una tercera usina,



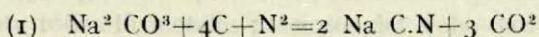
de la misma capacidad, en el Estado de Ohio, parte en Toledo i parte en Elizabethtown.

En 1918, la quinta parte del ázoe atmosférico estraído en el mundo, era fijado en la forma de cyanamida. Segun J. Planke, la produccion anual de cyanamida, al comenzar 1919, se repartía como sigue:

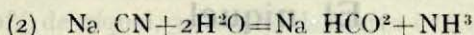
Alemania.....	500.000	toneladas
Francia.....	300.000	»
Estados Unidos.....	220.000	»
Suecia i Noruega.....	220.000	»
Canadá.....	64.000	»
Italia.....	60.000	»
Japon.....	50.000	»
Total.....	1.414.000	toneladas

El precio de produccion del amoníaco, estraído segun este método i estimado al precio de ántes de la guerra, no pasa de 0.50 frs. por kilógramo.

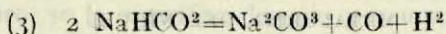
PROCEDIMIENTO AL CIANURO.—Calentando a 1000°, en una corriente de ázoe, una mezcla de coke, de fierro finamente pulverizado i de carbonato sódico, se obtienen los cianuros segun la ecuacion.



El fierro actúa como catalizador. Calentado este cianuro a baja temperatura i en presencia de vapor de agua, se produce formiato de sodio i amoníaco. Se tiene en efecto:

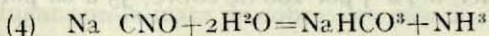


El formiato rejenera por el calor el carbonato:



Otro procedimiento para la formacion del amoníaco consiste en mantener el cianuro a una temperatura inmediatamente mas baja que su punto de fusion i de hacer pasar sobre él una corriente de aire. Se tiene así la formacion del cianato de soda: Na CNO.

La solucion de cianato de soda, calentado inmediatamente por debajo de su punto de ebullicion, da, (en precencia de vapor de agua):





Es evidente que en la ecuacion (1) el bicarbonato de soda puede reemplazar al carbonato.

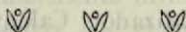
El profesor J. Bucher, de la «Brown University», a descubierto la accion catalítica del fierro i ha ensayado, hasta ahora sin gran éxito, utilizar como combustible el óxido de carbono de la reaccion (3).

Antes de la guerra, este procedimiento estaba en uso en una pequeña usina de la «Nitrogen Products Co.» en Saltville (Virginia). Siguiendo esto el Gobierno habia instalado una usina capaz de producir 5,000 toneladas de cianuros por año. La «Air Reduction Co.» ha estudiado un procedimiento análogo al del profesor J. Bucher. Cualquiera que sea (el procedimiento) la trasformacion del cianuro en amoníaco no es aun un hecho completamente determinado. Sin embargo, cuando se hayan llegado a vencer todas las dificultades mecánicas, este método constituirá la solucion mas económica para la extraccion del azoe del aire.

PROCEDIMIENTO HABER.—Este procedimiento ha sido descrito en otra ocasion en la Revista. Actualmente él estrae del nitrógeno de la atmósfera al precio mas bajo: 1.5 KWH por kilogramo de azoe extraído.

La «General Chemical Co» habia perfeccionado este sistema i en Noviembre de 1918 habia terminado en Sheffield (Alabama) una usina capaz de producir 20,000 toneladas de nitrato de amonio.

E. R.



## El níquel

### Su metalurjia.—Sus empleos (1)

#### METALURJIA DEL NÍQUEL

*Los minerales.*—Los únicos importantes para la industria son:

1.º La *garnierita*, mineral silicatado, extraído sobre todo en Nueva Caledonia; contiene jeneralmente de 4 a 8 por 100 de níquel, 0.1 a 0.2 por 100 de cobalto, 6 a 12 por 100 de hierro, 25 a 35 por 100 de sílice; por consiguiente, ningun otro metal tiene interes fuera del níquel.

2.º Los *minerales sulfurados*, piritas complejas que contienen de 2 a 4 por 100 de níquel, 0.5 a 3 por 100 de cobre, 55 a 60 por 100 de hierro, 35

(1) Tomado de *Le Genie Civil* Vol. LXXV.



a 40 por 100 de azufre; forman con los siguientes, importantes yacimientos en el Canadá.

3.º Los *minerales arsenicales*, cuya composición varia de 5 a 7 por 100 de níquel, 9 a 12 por 100 de cobalto, 2 a 3 por 100 de plata, 18 a 22 por 100 de arsénico i 2 a 3 por 100 de azufre.

*Tratamiento de la garnierita.*—El único procedimiento que fué empleado de 1870 a 1885, consiste en fundir el mineral en horno alto en presencia de una base enérgica, de manera que se separase de su silicato el óxido de níquel, que era reducido a su vez por el carbono i el óxido de carbono. El producto obtenido tiene una composición que varia entre 60 a 75 por 100 de níquel, 20 a 35 por 100 de hierro i de 2 a 3½% de carbono. No se ha sacado nunca mas que un níquel impuro. El único tratamiento realmente industrial aplicado actualmente, consiste en trasformar el mineral en mata, producto que tiene por fórmula  $Ni S, n Fe S$ .

Esta operación tiene por objeto la concentración del metal que hai que extraer, en una masa relativamente pequeña. El grado de concentración

$$\frac{\text{peso del mineral tratado}}{\text{peso de la mata obtenida}}$$

varia de 4 a 20%, según la riqueza del mineral. La mata concentrada contiene igualmente todos los metales preciosos del lecho de fusión. La transformación en mata de un mineral silicatado, se hace por fusión sulfurante en *water-jacket*, en presencia de yeso i de coque, sirviendo este último a la vez de agente calorífico i de reductor; adiciones de fluoruro de calcio permiten obtener escorias suficientemente fluidas.

El mineral de Nueva Caledonia da en dos concentraciones sucesivas una mata de 40 a 50% de níquel, 30 a 40% de hierro i 12 a 18% de azufre.

La extracción del metal de una mata puede efectuarse por uno de los procedimientos siguientes:

1.º Someter la mata a una tostación oxidante: como el hierro se oxida siempre el primero, se le escorifica después por una fusión en horno de cuba en presencia de sílice i se obtiene una mata más concentrada, sobre la cual se repetirá el tratamiento hasta obtener finalmente el sulfuro del metal sensiblemente puro. Este será, a su vez, transformado en óxido por calcinación completa i después reducido por el carbono.

2.º La mata concentrada, es decir, el sulfuro del metal sensiblemente puro, obtenido como hemos dicho, puede ser tostado parcialmente de manera a obtener una cantidad de óxido tal que pueda reaccionar exactamente con el sulfuro restante por una elevación de temperatura, con producción del metal, sólo tiene lugar con la mata de cobre; no pasa ni en la metalurgia del níquel, ni en la del antimonio.



3.º Por convertidor, que es el único procedimiento moderno importante.

La mata líquida, vertida en el convertidor, eliminará primeramente el hierro, porque el hierro se oxida en primer lugar i se escorifica gracias a la sílice en presencia de la cual se tiene cuidado de operar. Continuando la oxidacion, despues de la eliminacion del hierro, el metal se oxida i este óxido, reaccionando con el sulfuro, conduce a la produccion del metal; no temos, sin embargo, que esta última reaccion no ocurre mas que con el cobre.

En resúmen, el paso de la mata al convertidor puede, o bien producir el metal buscado (caso del cobre), o bien sencillamente producir la eliminacion del hierro de la mata (caso del níquel). Aquí, entónces, el producto de la conversion es sulfuro de níquel puro; éste es despues, por una calcinacion completa (*a mort*), trasformado en óxido que, a su vez, es reducido por el carbono, bien por fusion o bien por calcinacion reductora.

La fusion reductora conduce a un producto impuro, que necesita un afino para poder ser utilizado, porque el níquel en estado líquido disuelve cantidades importantes de carbono, silicio i azufre.

La calcinacion reductora, operándose a una temperatura inferior al punto de fusion, no presenta estos inconvenientes; es de notar, sin embargo, que para obtener una reduccion perfecta es preciso obrar sobre una mezcla íntima de óxido i de reductor; el exceso de este último [interpuésto en el metal se separa fácilmente por una fusion ulterior.

Los primeros convertidores utilizados para el tratamiento de las matas, poseian un revestimiento ácido que suministraba la sílice indispensable a la escorificacion del hierro. Procedimiento esencialmente costoso porque la duracion de este revestimiento pasa rara vez de 10 a 12 cargas, i desciende a menudo a seis cargas. Desde hace una decena de años la totalidad del cobre obtenido por conversion es preparado por via básica. Al revestimiento silíceo ha sustituido un revestimiento de ladrillos de magnesia, i para evitar las deformaciones procedentes de las fuertes dilataciones que sufren a consecuencia de la elevada temperatura, se disponen de cuando en cuando, entre las hiladas de briquetas, planchas de madera que se calcinan i dejan asi al conjunto del sistema una cierta libertad de contraerse i dilatarse sin dañar a su solidez. Es tambien necesario proteger el revestimiento contra el ataque de la sílice destinada a escorificar el hierro. Para esto, en la primera carga de mata, en un convertidor nuevo, se efectúa la oxidacion sin adición de sílice; se forma una capa de óxido de hierro fundido; se hace oscilar despues el convertidor de manera que toda la superficie del revestimiento sea bañada por el óxido fundido. Este forma una verdadera cubierta o enlucido que permanecerá protejiendo la magnesia contra la accion de la sílice porque en las operaciones ulteriores no se llevará tan léjos la temperatura i el barniz no será alterado ni por el calor ni por las reacciones.

Como ventajas de la conversion básica, puede citarse, ante todo, la supresion del desgaste sistemático del revestimiento; ademas, haciéndose la



adicion escorificante bajo la forma de minerales silíceos, el baño se enriquece en metal; se puede tambien tratar por este nuevo procedimiento matas mas pobres que, por su riqueza en hierro, ocasionarian un gasto formidable de revestimiento en el procedimiento ácido. La conversion básica que utiliza vastos aparatos, da amenudo lugar a una marcha fría; así la mayor parte de los convertidores llevan consigo medios de recalentado, especialmente mecheros de aceites pesados.

*Tratamiento de los minerales sulfurados.*—Estos sufren primeramente una tostacion que tiene por objeto preparar, por oxidacion del hierro i separacion de azufre, el producto bruto a la fusion por mata. Es todavia a menudo practicado para el mineral grueso en montones, operacion que dura próximamente tres meses i que tiene por resultado rebajar la proporcion de azufre de 23 a 10-12%. El menudo es tratado en horno mecánico, operacion que rebaja la proporcion en azufre de 21 a 7%.

La fusion por mata del producto calcinado tiene lugar como para la *garnierita*, pero sin adición de material sulfurante, bien en *water-jacket*, bien en reverbero para los menudos. Los *water-jackets* dan una recuperacion total del metal de 88.4%; la de los hornos de reverbero se eleva a 83.4%.

El tratamiento de los minerales arseniosos se opera de una manera análoga. Una calcinacion regula la cantidad de arsénico que debe sustituir en el lecho de fusion; una fusion por *speiss* se efectúa en horno de cuba; calcinaciones i fusiones sucesivas permiten llegar al grado de concentracion deseada; se opera la eliminacion del hierro, se tuesta por entero el residuo i se hace la calcinacion reductora.

*Tratamiento de las matas complejas.*—Cuando el mineral está formado por una piritita compleja, despues de la eliminacion del hierro, quedamos en presencia de una mata de la fórmula  $Ni S, n Cu^2 S$ . Esta, que contiene de 0.5 a 1% de  $Fe$  i de 78 a 90% de  $Cu + Ni$ , puede ser tratada de diferentes maneras.

1.º *Procedimiento Oxford.*—Consiste en fundir en horno de reverbero la mata, con sulfato de sodio i coke, al objeto de formar sulfuro de sodio. La materia es colada seguidamente en crisoles en donde se decanta. Despues del enfriamiento se rompen los panes para separar la capa de sulfuro de níquel. La obtencion de un producto suficientemente puro necesita de 4 a 5 refundiciones sucesivas. Este método ha sido perfeccionado por Moenll, como sigue: en un horno de reverbero, de revestimiento magnesiano, para evitar el desgaste, se mantiene en fusion, durante cuatro o cinco horas, la mata adicionada con 60 % de sulfato de sodio i 15% de coke, teniendo cuidado de sumerjir en el baño ramas de leña verde a fin de producir una agitacion que haga las reacciones mas completas. La colada se opera por capas sucesivas, comenzando por la parte superior. El sulfuro de níquel obtenido es, en jeneral, suficientemente puro; en todo caso, una segunda fusion basta para afinarlo. El sulfuro doble de cobre i de sodio que forma la capa superior i con-



tiene el hierro, es lavado para quitar la sales de níquel. El residuo contiene una gran parte de los metales preciosos i de 2 a 25% de níquel. Se le trata por cobre bruto que se afina por electrolisis para recuperar los metales preciosos i el níquel. El sulfuro dei níquel, que contiene cierta cantidad de cobre es molido i tratado en el horno de reverbero con cloruro de sodio. Por oxidacion se forma una mezcla de sales solubles de cobre; se lava i se separa así la mayor parte del cobre i los metales preciosos. El producto restante cuya proporcion en  $Ni O + Cu O$  se eleva del 98 a 99% es reducido al estado de níquel.

2.º *Procedimiento Monell*.— Consiste en calcinar por completo la mata desprovista del hierro; despues de reduccion en el horno de cuba de los óxidos por el carbono, se obtiene una aleacion de cobre i de níquel con un poco de hierro.

3.º *Procedimiento Mond*.—En el cual la mata doble sufre primero una tostacion completa. Un tratamiento por el ácido sulfúrico del producto calcinado permite separar los  $2/3$  del cobre. Se hace pasar por el residuo una corriente de gas de agua o de gas rico en hidrójeno, a la temperatura de 350° a fin de producir la reduccion de los óxidos, operacion seguida de una pasada de óxido de carbono que tiene por objeto separar el níquel bajo forma de gas, el níquel-carbonilo  $Ni (CO)_4$ , estremadamente deletéreo, que se descompone a 150° con depósito de níquel metálico i rejeneracion del óxido de carbono. La marcha de las fábricas es automática i sólo necesita una mano de obra estremadamente restringida.

*Caso de la matas no cobrizas*.—El tratamiento de la garnierita despues de la eliminacion de hierro en el convertidor conduce a la obtencion de una mata constituida únicamente por sulfuro de níquel. Se elimina completamente el azufre por dos tostaciones sucesivas; el producto oxidado obtenido contiene próximamente 77% de níquel, el cual es extraido por calcinacion reductora. A este fin, el óxido de níquel es mezclado con 0.5% en peso de harina i el conjunto es ligeramente humedecido con agua i bien removido; la pasta así preparada, se moldea con ayuda de máquinas, en forma de ladrillos, discos o cubos que son endurecidos en una estufa. Las piecitas moldeadas se colocan despues entre carbon vegetal, en hornos de retortas, calentados por gasójenos entre 1,200° i 1,300°. El tiempo necesario a la reduccion depende esencialmente del volúmen de los productos que hai que reducir; este tiempo, que es de cuatro horas para los cubos, se eleva a 12 horas para las briquetas.

Se encuentra el níquel en cuatro formas comerciales: el cilindro de 40 a 45 milímetros de diámetro i 30 a 35 milímetros de altura; el cubo de 10 a 11 milímetros de lado; el grano procedente de los residuos de la fabricacion de las dos formas precedentes, i el polvo obtenido por calcinacion sin aglomeracion.

Como impurezas, cuyo total pasa rara vez del 1%, se encuentran: *Fe*



ménos de 0.5 % (media 0.3), *Cu*, desde indicios a 0.3%; *S*, desde indicios a 0.2%; residuo insoluble, de 0.2 a 0.6%.

*Electrometalurjia del níquel por via seca.*—Es aplicada al tratamiento de la garnierita, silicato doble de níquel i de magnesia que es tratado en hornos de solera magnesianas en presencia de carbon i de cal. El producto obtenido es un fierro-níquel conteniendo próximamente 45% de níquel i de 1 a 1.5 de carbono i de silicio. El procedimiento permite reducir a 5% casi todo el hierro i el níquel del mineral i tratar minerales hasta de 2% de níquel, miéntras que el *water-jacket* no admite proporciones inferiores a 5 o 6% de níquel.

*Electrometalurjia del níquel por via húmeda.*—Todos los procedimientos tienen por objeto el tratamiento de la mata exenta ya de hierro. El único procedimiento que ha entrado realmente en la industria es el de Hybinette. La mata es calcinada por completo, despues lavada con una disolucion de ácido sulfúrico al 10%, a fin de disolver una gran parte del cobre con un poco de níquel. El residuo es fundido i colado en ánodos que tienen lei de níquel, de 65% i de 3 a 8% de azufre. El electrólito está formado por una sal de níquel con 45 gramos de níquel por litro. Durante la operacion los ánodos están contenidos en sacos de tela, haciéndose el depósito de níquel sobre placas de hierro enlucidas de grafito, con una corriente de unos 100 amperios por metro cuadrado, a la tension de tres a cuatro voltios. Se obtiene así un metal de 99% de lei mínima; su proporcion de cobre varia de 0.03 a 0.1 por 100, i su proporcion en hierro es jeneralmente de 0.5%. Cuando el baño que durante la electrolisis se enriquece en cobre llega a tener de dos a tres gramos de este metal por litro, se le hace pasar por los detritus de ánodos; se origina un depósito de cobre miéntras que el níquel entra en disolucion. Este cobre es recojido por electrolisis de una manera idéntica a la utilizada para el níquel; la corriente es de 100 amperios por metro cuadrado, a dos voltios. El metal obtenido contiene 99,7% de cobre, 0.15% de níquel i 0.03% de hierro.

En cuanto a los metales preciosos que contiene la mata, se encuentran en los sedimentos que son fundidos en nuevos ánodos i electrolizados. Esta nueva operacion da lodos ricos en metales preciosos, que se venden a las fábricas especiales.

*Afino del níquel bruto.*—Es operacion que consiste esencialmente en una fusion en presencia de un desoxidante, a fin de destruir el óxido contenido. El mas empleado es el magnesio, que entra en la proporcion de 0.1% de níquel fundido. Otro procedimiento consiste en mezclar 3 por 100 de bióxido de manganeso al óxido de níquel en el momento de hacer la pasta. Se forma manganeso que en la fusion ulterior juega el papel de depurador.

La electrolisis del níquel no se practica sino cuando el metal contiene metales preciosos. En este caso, se cuele en placas de ánodos; hacen de cátodos, placas delgadas de níquel laminado. El electrólito es una disolu-



cion ligeramente ácida de sulfato de níquel, que se mantiene a temperatura entre 50 i 90 grados. La densidad de la corriente es de próximamente 100 amperios por metro cuadrado a 1.2 voltios.

#### APLICACIONES DE NÍQUEL.—SUS ALEACIONES

*Níquel metálico.*—Posee una densidad de 8.4 a 8.9; se funde a 1,450° i es magnético hasta 350°. De todos los metales el níquel es el que posee sin ninguna adición las propiedades mecánicas mas interesantes; en el estado laminado i recocido su carga de ruptura es de 50 kilogramos por milímetro cuadrado de seccion i su alargamiento de 40%. Además posee notable inatacabilidad para el aire, la humedad, el agua de mar i los ácidos clorhídrico i sulfúrico diluidos. El níquel encuentra salidas de cierta importancia en la fabricacion de monedas, de utensilios de cocina, de aparatos de laboratorio i de cirugía. Además, el níquelado es una operacion estremadamente estendida. Las sales de níquel son utilizadas como catalizadores en la hidrólisis de los cuerpos grasos cuyo objeto es transformar las grasas flúidas en sólidas: el óxido de níquel ha sido tambien propuesto para construir los ánodos de las baterías de acumuladores eléctricos. El níquel del comercio, escepcion hecha del níquel Mond, que contiene por lo ménos 99.8% de níquel, es jeneralmente impuro. Su composicion ordinaria es: 98 a 98.5% *Ni*, 1% *Co*, 0.3 a 0.6% *Fe*, un poco de *Cu*, *Si* i *Mg*. Tambien se encuentran en él ocasionalmente, *S*, *As* i *NiO* que hacen el metal frágil. El hierro endurece el níquel i en la proporcion de 1% el metal será impropio para la fabricacion de las mejores calidades de maillechort; 1% de carbono hace al níquel quebradizo.

*Aceros al níquel.*—Se dividen en tres clases que corresponden a texturas diferentes.

1.º *Aceros perlíticos.*  $Ni < 10\%$  con  $C = 0.2\%$  i  $Ni < 5\%$  con  $C = 0.8\%$ ; tienen las mismas estructuras i las mismas propiedades, pero mejoradas; carga de ruptura mas elevada que los aceros al carbono ordinarios. Son los únicos utilizados en tonelaje importante.

2.º *Aceros martensíticos:*  $10\% < Ni < 27\%$  con  $C = 0.2\%$  i  $5\% < Ni < 15\%$  con  $C = 0.8\%$ ; tienen la misma estructura que los aceros al carbono bien templados; cargas de ruptura mui elevadas, pero alargamientos sensiblemente nulos. No tienen ninguna salida.

3.º *Aceros con hierro  $\gamma$ :*  $Ni > 27\%$  con  $C = 0.2\%$  i  $Ni > 15\%$  con  $C = 0.8$  por 100. Tienen siempre, cualquiera que sea la proporcion de níquel, cargas de ruptura medias (60 a 70 kilogramos), límites elásticos mui bajos (18 a 20 kilogramos), alargamientos que llegan a 80 i aun a 100 por 100; pero mui difíciles de trabajar i no se emplean sino para propiedades mui particulares.

En resumen: tenemos, pues, de una parte, los aceros de pequeñas pro-



porciones de níquel (1 a 7%), frecuentemente con contenidos de cromo que varían hasta 2%, i de otra parte, aceros de gran lei de níquel (mas de 20%) en donde el cromo llega i aun pasa de 10%.

Las aleaciones de pequeña proporción de níquel, son esencialmente aceros de construcción mecánica; se los emplea para alijerar las piezas conservando el mismo coeficiente de seguridad o bien para obtener una seguridad superior manteniendo las dimensiones. Son corrientemente empleados en la construcción de automóviles i de motores de aviación, jeneralmente después del temple al aceite o al aire según su composición, para la fabricación de engranajes, de bielas i de árboles acodados. En cuanto a las salidas que pueden tener en las otras grandes industrias se está todavía actualmente en el período de ensayo. Aceros al níquel han sido utilizados para la fabricación de algunos puentes, de carriles, de ejes i de tensores i ganchos, por diversas compañías.

Los aceros de gran lei de níquel, con o sin cromo, ya no son jeneralmente utilizados sino para propiedades muy especiales. Es posible obtener, haciendo variar la composición, aceros que presentan coeficientes de dilatación comprendidos entre cero i el coeficiente del latón. En esta categoría entran las aleaciones denominadas *invar* i *platinita*; el primero que tiene un coeficiente de dilatación muy pequeño, entre 0 i 350°, es utilizado en relojería, jeodesia i para transmisión de señales; el segundo, que posee el mismo coeficiente de dilatación que el platino, es empleado en la fabricación de lámparas de incandescencia.

Entre las aleaciones de gran lei de níquel i cromo i que contengan adiciones de diversos cuerpos, algunas son inoxidables e inalterables en el vapor recalentado i en los gases calientes i húmedos, otras presentan una buena resistencia al ataque de los álcalis i diversos ácidos, i otras todavía poseen una resistibilidad de 110 micromcentímetros i pueden soportar temperaturas que se elevan hasta 1,000°; estos últimos presentan un gran interés en la resistencia de ciertos hornos eléctricos.

En fin, existen aleaciones de alto contenido de níquel, cromo i tungsteno, muy resistentes, unas a altas i otras a bajas temperaturas.

Las primeras, que encuentran su utilidad en las turbinas de gas, ofrecen a 800° una resistencia de 24 kilogramos; las segundas, empleadas en las máquinas frigoríficas, resisten muy bien a las bajas temperaturas, al menos hasta—100°.

*Aceros al níquel i al cobre.*—Aunque estos aceros no sean de fabricación clásica, parece ser, según recientes esperiencias, que el temor que experimentan los fabricantes de acero respecto a la presencia del cobre en sus productos es exajerado, al menos cuando es llevado al extremo.

De los resultados de ensayos emprendidos por diversos metalurjistas, se ha podido sacar en consecuencia, por el contrario, que la presencia del cobre, en los aceros, mejora sus propiedades mecánicas, así como su resis-



tencia a la corrosión. Desde 0.25% el cobre provoca una notable resistencia a la corrosión atmosférica i ésta una proporción de 300 a 400%.

Además, ningún ensayo prueba que el cobre haya ejercido una influencia nociva; aun el 2% de cobre no perjudica al laminado. El conjunto de los estudios proseguidos es muy alentador, pero hacen falta todavía nuevas investigaciones.

*Nicromos.*—Son aleaciones de níquel i cromo no conteniendo sino indicios de hierro. La primera de estas aleaciones es el *baros*, que contiene próximamente 10% de cromo; se le utiliza en la fabricación de pesos tipos. Adquiere hermoso pulimento, es inoxidable i se graba fácilmente. Entra también en la confección de algunos aparatos de laboratorio i pares termoelectrónicos que pueden llegar hasta 800°.

Durante la guerra, los nicromos han sido muy empleados tanto a causa de su resistencia a los ácidos, como por la constancia de su dureza a temperatura elevada.

*Aleaciones cobre-níquel.*—En la práctica casi no se utilizan más que las aleaciones que contienen menos de 25% de níquel. A medida que la proporción de níquel aumenta en estas aleaciones, la resistencia aumenta igualmente, el límite elástico se aproxima cada vez más a la carga de ruptura mientras que el alargamiento disminuye. Para obtener una buena preparación de estas aleaciones, se deben colar los dos metales, fundidos simultáneamente, a temperatura elevada, unos 1,300°, i evitar las cargas fuertes; 60 kilogramos por término medio.

Una adición desoxidante es indispensable, bien de manganeso puro en la proporción de 0,1%, bien de cupro-manganeso, bien también de magnesio. Para evitar la disolución del carbono por el níquel, parece indicado reemplazar los crisoles de grafito, en donde se hace generalmente la fusión, por otros provistos de un revestimiento magnesífero. Los cupro-níqueles pueden laminarse a temperatura elevada i el reconocido debe efectuarse a 700°. El metal Monel que es en cierto modo una aleación natural, tiene una composición media de más de unos 68% *Ni*, 30% *Cu*, 1.5% *Fe*. En apariencia se parece al níquel puro. Su carga de ruptura es, por término medio, de 62 kilogramos, con un alargamiento de 42%. Se le encuentra en el comercio bajo forma de chapa, vástagos i piezas de moldeo, sus principales usos provienen de su resistencia i de sus propiedades no corrosivas, comparadas a las de otras aleaciones no ferrosas, tales como los latones i los bronce. La resistencia a la acción del agua salada, a las disoluciones ácidas i alcalinas i a la corrosión atmosférica, constituye una propiedad preciosa de esta liga, de donde su utilización en la marina, principalmente para la construcción de las hélices de los barcos de guerra. Por el hecho de que su resistencia se debilita poco a temperaturas elevadas, ha sido adoptado en Alemania para los hogares de las calderas de locomotoras.

*Mallechorts.*—Son aleaciones formadas de cobre, níquel i zinc; se cono-



cen tambien con los nombres de *pack-fong*, *plata alemana*, *silbérido*, *arjentan*, *electrum*, etcétera; contienen en jeneral de 50 a 70% de cobre; rara vez pasa el níquel de 20%. Hallan sobre todo utilizacion en la fabricacion de cubiertos, reflectores, etc.; toman perfectamente el plateado i se estiran en hilos con facilidad.

*Latones al níquel.*—Son latones ordinarios en los que entra de 1 a 5% de níquel. Comienzan a ser utilizados.

*Aleaciones de cobre, níquel, aluminio.*—Aunque los ensayos emprendidos por el autor sobre estas aleaciones no han sido efectuados todavía sino sobre un metal colado, el aluminio en pequeña proporcion parece mejorar considerablemente las propiedades mecánicas de los cupro-níqueles.

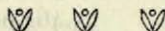
*Aleaciones diversas de níquel.*—Un gran número de éstas, donde entran el cobre, el zinc, el hierro, el manganeso i el cromo, son utilizadas como resistencias eléctricas i en la preparacion de los pares termo-eléctricos, al ménos cuando las temperaturas que hai que medir no pasan de 1,000°.

Otras aleaciones donde entra tántalo o tungsteno, son empleadas como aleaciones resistentes a los ácidos.

*Situacion económica de la metalurjia del níquel.*—Entre los productores de minerales, es preciso citar en primer lugar el Canadá que ha dado, en 1913, 711,720 toneladas de menas; viene despues Francia con 164,406 toneladas procedentes de las minas de Nueva Caledonia, i Noruega con 49,900 toneladas. Se puede todavía citar Grecia, cuya produccion está avaluada de 15,000 a 20,000 toneladas. En cuanto a la produccion del metal, que se elevó, en la misma época, a 30,000 toneladas, la reparticion de los productores difiere. Los Estados Unidos i el Canadá están a la cabeza con 52.6% de la produccion mundial; despues viene Inglaterra i Alemania, con 17.5 a 18%, i en fin, Francia, que no ha suministrado mas que 7.4%. Esta situacion que se ha hecho claramente desfavorable para Francia a pesar de sus minas, es debida al hecho de que ha ido a parar el beneficio de estos minerales a fábricas situadas fuera de Francia i de sus colonias, hecho debido a la competencia canadiense.

La guerra ha obligado a la metalurjia del níquel, como a numerosas industrias, a progresos rápidos i serios, especialmente al tratamiento de las matas *in situ*, i a la utilizacion definitiva del horno eléctrico. Estos progresos tendrán ciertamente repercusiones importantes en la situacion económica tal como existía antes de la guerra.

LEÓN GUILLET.





## Evolucion de la industria del coke metalúrgico <sup>(1)</sup>

En este momento en que los directores de Compañías carboníferas i dueños de fundiciones de nuestro país se preocupan en reedificar, o mejor, en desarrollar sus instalaciones de hornos productores del coke, demos una ojeada sobre nuestros aliados i sobre Alemania para discernir acerca de los progresos efectuados, durante el curso de la guerra, en la industria de la carbonización de la hulla. Encontraremos, sin duda alguna, en los Estados Unidos principalmente, sujestiones utilísimas.

Examinaremos también los descubrimientos i los hechos realizados por sabios e industriales franceses:

### EVOLUCION DE LA INDUSTRIA DEL COKE METALÚRGICO EN LOS ESTADOS UNIDOS

Persuadidos de que la recuperacion de los subproductos de la industria del coke metalúrgico, es una fuente de riqueza para el país, nuestros amigos de América del Norte han erijido numerosas fábricas de coke perfeccionadas en lugar de los hornos sin recuperacion que tenían.

El cuadro siguiente muestra la magnitud del esfuerzo realizado:

#### CAPACIDAD DE PRODUCCION DE COKE

Años	Hornos con recuperacion		Hornos sin recuperacion		Total en Toneladas
	Tonelaje	Proporcion	Tonela.e	Proporcion	
1880 ..	.....	.....	3.338,000	100%	3.338,000
1885 ..	.....	.....	5.106,696	100%	5.106,696
1890 ..	.....	.....	11.508,021	100%	11.508,021
1893 ..	12,850	0.1%	9.464,730	99.9%	9.477,580
1900 ..	1.075,727	5.2%	19.457,621	84.8%	20.533,348
1905 ..	3.462,348	10.7%	28.768,781	89.3%	32.231,129
1910 ..	7.138,734	17.1%	34.570,076	82.1%	41.708,810
1911 ..	7.847,845	22.1%	27.703,644	77.9%	35.551,489
1912 ..	11.115,164	25.3%	32.868,435	74.7%	43.983,599
1913 ..	12.714,700	27.5%	33.584,830	72.5%	46.299,530
1914 ..	11.219,943	32.5%	23.335,971	67.5%	34.555,914
1915 ..	14.072,895	33.8%	27.508,255	66.2%	41.581,150
1916 ..	19.069,000	35.0%	35.464,000	65.0%	54.533,000
1917 ..	22.000,000	40.7%	32.000,000	59.3%	54.000,000
1918 .. (2)	27.000,000	45.0%	33.000,000	55.0%	60.000,000

(1) De la Revista «Chimie et Industries» — Junio 1920.

(2) Avaluado.



## LA PRODUCCION DEL COKE EN ESTADOS UNIDOS EN 1919

Las últimas estadísticas del servicio de Minas de Washington nos muestran que los hornos de coque modernos benefician a los Estados Unidos en forma creciente. En 1918 habia 9,279 hornos que produjeron 25,997,580 toneladas de coque; mientras que en 1919 con 10,379 hornos se produjo 25,171,000 toneladas de coque. El 1.º de Enero de 1920 se contaba 10,379 hornos encendidos i 855 en construccion. La capacidad de produccion anual de coque llega hoy dia a 35 millones de toneladas. Se nos informa tambien que la «Carnegie Steel» dispondrá de una instalacion que comprenda 1,536 hornos dando una disponibilidad de 80 millones de metros cúbicos de gas.

Hé aquí por otra parte el detalle de la produccion de coque en los Estados Unidos en 1918 i 1919:

Estados	Hornos	1918	Hornos	1919
		Produccion en toneladas		Produccion en toneladas
Alabama.....	847	2,634,461	508	2,255,000
Colorado.....	120	.....	120	...
Illinois.....	626	2,285,610	714	1,705,000
Indiana.....	1,026	3,898,215	216	3,691,000
Kentucky.....	108	517,749	108	4,408,000
Maryland.....	180	414,368	360	356,000
Massachusets.....	400	556,397	400	393,000
Michigan.....	269	784,065	389	586,000
Minesota.....	220	..	220	...
Missouri.....	58	...	58	...
New-Jersey.....	260	682,148	315	789,000
New-York.....	615	1,069,587	591	751,000
Ohio.....	1,658	5,228,334	608	5,445,000
Pensylvania.....	2,368	4,586,981	2,846	5,747,000
Rhode Island.....	...	...	40	...
Tennessee.....	24	124,469	24	105,000
Shington.....	20	30,129	20	28,000
West-Virginia.....	214	603,393	214	393,000
Wisconsin.....	268	...	232	...
Combined States.....	...	2,523,684	..	2,519,000
Totales.....	9,279	25,992,580	10,379	25,571,000

*Observaciones.*—Admitiendo que la capacidad de produccion de los hornos de coque con recuperacion llegue al 55% de su potencia normal, se obtendrá este año lo que sigue:



Coke metalúrgico.....	36.800,000 toneladas
Sulfato de amonio.....	405,000 »
Alquitranes.....	1.200,000 »
Aceites lijeros.....	300,000 »
Gas disponible.....	48 millares de metros cúbicos.

## LAS RAZONES DE ESTA EVOLUCION

Tres razones han guiado a nuestros aliados, a saber:

- 1.<sup>a</sup> La necesidad de sacar el mayor partido posible del carbon co-  
kificado;
  - 2.<sup>a</sup> La fabricacion del tolueno, pedido por las fábricas de explosivos  
de los paises de la Entente;
  - 3.<sup>a</sup> La necesidad decreciente de carburantes.
- Examinemos sucesivamente cada uno de estos postulados.

## MÁXIMUM DE UTILIZACION DEL CARBON COKIFICADO.

Para un carbon dado, ya sea que se carbonice en un horno de colmena o en uno de modelo americano, todas las características del cual daremos mas adelante, obtenemos los resultados de explotacion que se dan en el siguiente cuadro:

	Hornos de colmena de 3.75 m. de diámetro	Hornos de coke tipo americano
Duracion de la cokificacion, horas.....	48.0	16.0
Produccion de coke por horno i cada 24 hora, toneladas.....	2.0	11.7
Rendimiento en coke, %.....	60.0	71.7

## RENDIMIENTOS DE SUBPRODUCTOS POR TONELADA DE CARBON:

Sulfato de amonio.....	kgs.	12.2
Alquitranes.....	kgs. nada	50.0
Benzol.....	kgs.	9.0
Gas disponible.....	mc.	162.0

## BENEFICIOS PRODUCIDOS POR LOS SUBPRODUCTOS POR TONELADA DE CARBON

Sulfato de amonio.....	Frs.	...	6.75
Alquitranes.....	Frs.	nada	2.25
Benzol.....	Frs.	...	6.75
Gas disponible.....	Frs.	...	15.0
Total.....		Nada	30.75



A estos beneficios se agrega el de un mejor rendimiento en coke i que representa 2.60 Frs., o sea un beneficio total de 33.30 Frs., por tonelada de carbon, en favor del moderno horno de coke.

Tambien, en 1906, la «United States Steel Corporation» habia enviado a Europa una mision de especialistas para examinar los diversos modelos de hornos de coke i estudiar las condiciones de explotaciones. Se admite sin discusion, que la memoria resultante de este viaje, presentada por M. G. S. Grawford, hoy presidente de la Tennessee Coal Iron and Railroad Company, ejercerá una influencia capital sobre la industria del coke en los Estados Unidos. A la inversa, nosotros podemos aprender mucho de la memoria de Mr. Thompson citada mas arriba:

#### LOS HORNOS DE COKE AMERICANOS I LA PRODUCCION DE TRINITROTOLUENO

Una Memoria del Ministro de Guerra de los Estados Unidos da las siguientes e interesantes informaciones:

¿«Cómo se debia proceder para acrecentar la produccion de tolueno, que, en 1914, solo llegaba a 200 tons. al mes? Se dispuso de 3 medios, a saber: 1.º Estraccion del benzol del gas de los hornos de coke; 2.º Estraccion del tolueno del gas de alumbrado o del gas de agua carburado; 3.º Por «*cracking*» de los aceites del petróleo. Estos medios se pusieron en práctica de una manera tan vigorosa que en Abril de 1917 se pudo entregar por mes 2,700 tons., i en la época de la firma del armisticio la produccion era de 4,500. Cantidad que satisfacía en exceso las necesidades de esplosivos de la entente. El precio de produccion llegó solamente a 0.45 Frs. por kg.»

La mejor fuente de produccion del tolueno estaba en las fábricas de coke. I entre éstas la mas importante fué la de «Jimes and Langhlin Steel Co.», en Pittsburg, que podia fabricar 2,600 ton. por año. Fué preciso para esto establecer nuevas fábricas de coke que costaron 30 millones de dollars. Por otra parte, hai que agregar en diversas instalaciones, 230 hornos, que demandaron la inversion de casi 15 millones de dollars.

#### LAS NECESIDADES EN CARBURANTES

No está demas recomendar la lectura de la obra de M. Guiselin: «Los combustibles líquidos». Ahí se ve la carta de M. Smith, director del «Geological Survey», de Washington, que muestra el vigorosísimo esfuerzo realizado en América para contrarrestar las mermas incesantes de los stocks de petróleo. Independientemente de las nuevas necesidades de la marina, es preciso tomar en cuenta, que en los Estados Unidos, se hallan en circu-



lacion mas de 6 millones de automóviles (1). Ahora bien, si del gas proveniente de la fabricacion anual de 60 millones de toneladas de coke metalúrgico se estrayese el benzol, se dispondria de 3.200,000 hectólitros de este último producto, o sea solamente 160 litros por auto i por año. La produccion de esencia en 1917 ha llegado a 107 millones 900,000 hectólitros, pero es preciso deducir las esportaciones que llegaron a 21.069,000 hectólitros durante el año fiscal de 1918-1919.

#### IMPORTANCIA DE LAS INSTALACIONES AMERICANAS

El número del 2 de Enero de 1911 de la revista «Iron Age» (pájs. 76-77) nos da datos de gran interés. Allí se indican los emplazamientos de cada fábrica de coke, el número de hornos que se emplean, las toneladas de carbon tratadas carbonizadas i las de coke producidas.

En los Estados Unidos sólo hai 63 instalaciones de hornos de coke con recuperacion, comprendiendo un conjunto de 9,940 hornos, o sea un término medio de 157 hornos por usina. En ellas se pueden tratar 50.027,000 tons. de carbon que darían 36.840,200 tons. de coke. Por otra parte, catorce fábricas de coke con un total de 1,620 hornos estaban en construccion el 1.º de Enero de 1919. Allí se iban a carbonizar 10.950,000 tons. de carbon, lo que corresponde a una produccion de 7.950,000 tons. de coke.

Las dos mas importantes fábricas de coke americanas son La «Illinois Steel Co.» en Gary, con 700 hornos i la «Carnegie Steel Co.», en Clairton, con 640 hornos.

(1) Es de interes conocer el aumento experimentado por el número de automóviles que hai en circulacion en Estados Unidos para poder apreciar el consumo, siempre creciente, de carburantes. Estas curiosas cifras son las siguientes:

1911	677,000
1912	1.010,483
1913	1.253,877
1914	1.711,339
1915	2.445,664
1916	3.512,996
1917	4.983,340
1918	5.945,442
1919	6.353,233

De manera que en menos de diez años, la circulacion de autómóviles casi se ha hecho diez veces mayor.

Agregaremos algunas cifras mas: el número de agencias de venta de autos es 31,000; el de garajes 30,000; en cuanto a los reparadores i comerciantes en accesorios pasan de 25,000. Para el conjunto de nuestros departamentos la circulacion puede estimarse actualmente ascendente a 100,000 vehiculos. Cifra equivalente a la que representa a una ciudad americana con una poblacion media de 1 millon. Es inútil agregar que en Nueva York hai mas autómóviles que en Francia entera.



## LOS SISTEMAS DE HORNOS ESCOJIDOS

El conocimiento del horno al cual se ha dado preferencia tiene gran importancia.

He aquí un cuadro sobre esta materia en el cual se toman en cuenta separadamente las instalaciones que están en trabajo: i las que se encuentran en construccion.

## A) Instalaciones en trabajo el 1.º de Enero de 1919:

Constructores	Número de hornos	Proporcion sobre el conjunto (9940)
Solvay.....	2,035	20.4 %
Koppers.....	5,235	52.6 %
Otto.....	2,008	20.2 %
Wilputte.....	248	2.5 %
Diversas.....	414	4.3 %
Total .....	9,940	100.0 %

## B) Instalaciones en construccion (1919)

Constructores	Número de hornos	Proporcion sobre el conjunto (1620)
Solvay.....	480	29.6 %
Koppers.....	1,052	65.0 %
Wilputte.....	88	5.4 %
	1,620	100.0 %

Se notará que los americanos dan preferencia a los hornos de retortas verticales i rejeneradores individuales. Tal fué, en fin, la eleccion preconizada por Mr. Crawford, i así tambien se encuentran orientadas las preferencias en Europa.

## SITUACION DE LA INDUSTRIA DEL COKE EN LOS ESTADOS UNIDOS I EN INGLATERRA

*(Estudio comparativo)*

Los datos que siguen, extractados del artículo de Mr. Gunderson, aparecido en el «Gas World», el 1.º de Marzo de 1919 (Seccion de coke pájs. 12-14) presentan diferencias, a veces apreciables con los resultados de explotacion citados mas arriba. Nosotros los reproduciremos, sin embargo, tal como el autor los da, porque queremos poner en evidencia la evolucion producida.



## CONDICIONES MEDIAS ACTUALES

	Estados Unidos	Inglaterra
Números de hornos.....	9,940	9,827
Número de instalaciones.....	67	125
Termino medio de hornos por cada instalacion.....	148	78
Capacidad de carbonizacion (en toneladas) .....	50.000,000	20.000,000
Capacidad de carbonizacion de carbon:		
por horno (por año).....	5,030	2,100
por día (por día).....	13.8	5.7

## CONDICIONES HASTA 1915

	Estados Unidos	Inglaterra
Número de hornos el 1.º de Enero de 1915..	6,438	7,813
Capacidad de carbonizacion por año tons...	26.500,000	14.844,000
Capacidad de carbonizacion por horno:		
por año, toneladas .....	4,100	1,896
por día.....	11,2	5,2

## CONDICIONES ENTRE 1915 A 1918

	Estados Unidos	Inglaterra
Número de hornos construidos del 1.º de Enero de 1915 al 1.º de Enero de 1919..	3,302	2,014
Capacidad de carbonizacion por año, en los nuevos hornos, tons.....	23.500,000	5.895,000
Capacidad de carbonizacion por horno:		
por año, tons.....	7.100	2,920
por día, tons.....	19.4	8

Los cuadros de mas arriba muestran de una manera evidente la intensidad de marcha de la industria del coque en los Estados Unidos.

Fijémonos que, despues de 1915, los americanos han casi doblado su produccion de coque con solo haber puesto en trabajo ménos de la mitad de los hornos que tenian para ello.



DESCRIPCION DE UNA GRAN INSTALACION DE HORNOS DE COKE ESTABLE-  
CIDA EN LOS ESTADOS UNIDOS

Esta instalacion, que pertenece a la «Carnegie Steel Co.» está situada a 30 kms. al sur de Pittsburg. Comprende 12 baterías con 64 hornos Koppers cada una, o sea un total de 768 hornos. Se prevé doblar esta cifra. El consumo actual de carbon llega a 12,500 tons., por cada 24 horas.

Carbon empleado i rendimiento obtenido: El carbon proviene del Klondike (Fayette Country). Las 12,500 tons., carbonizadas cada 24 horas, dan el rendimiento siguiente:

Coke metalúrgico con 2,5% de agua	8,000 tons. o sea	62 %
Coke para usos domésticos.....	520 »	» 62 %
Polvos de coke.....	900 »	» 7. 2%
Total.....		9.420 tons 73. 4%

Alquitran, por tonelada.....		66 kgs.
Benzol » » .....	9.3	} 12. 9 »
Tolueno » » .....	2.3	
Napta soluble » .....	1.3	
Sulfato de amonio » .....		12. 0 »
Gas disponible » .....		167. m <sup>3</sup>

Para espedir el alquitran i el benzol se dispone de 75 carros-estanques de 45,000 l. de capacidad cada uno.

El gas disponible es utilizado por las fábricas de aceros vecinas, hácia las cuales es llevado por cañería de 1,800 mms. de diámetro i de 15 kms. de largo.

## RESERVAS EN CARBON

Los silos pueden contener 250,000 tons. de carbon, cantidad suficiente para 20 dias de marcha. Se dispone de una torre para el coke de 4,000 toneladas de capacidad para tres baterías (esto nos parece insuficiente para la seguridad de la marcha).

Características de los hornos de coke:

Carga de carbon por horno.....	13. 5 tons.
Largo entre las puertas.....	11. 25 mts.
Ancho, lado de la descargadora.....	42. 5 cms.
Ancho, lado del arca de la descarga.....	48. 7 »
Altura del piso a la llave de la bóveda.....	3. 00 mts.
Altura del carbon en el horno.....	2. 70 »



Hai 232 tipos a forma de ladrillos de sílice i 98 de silico-aluminosos. Para cada batería se han necesitado alrededor de 2.529,000 ladrillos.

Los hornos son rejeneradores individuales, sistema Koppers.

Cada *block* está constituido por 30 retortas agrupadas en dos porciones, una de 16 del lado de la descarga, otra de 14 del lado de la salida del coke, ambas reunidas por un canal horizontal.

*Rejeneradores.*—Estas cámaras que tienen una capacidad de  $9 \text{ m}^3$  por horno i están llenos de ladrillos de  $225 \times 75 \times 75$  i de  $225 \times 62.5 \times 62.5$  de arcilla refractaria, i de otros de  $225 \times 62.5 \times 62.5$  de sílice. La separacion entre los ladrillos varía de 6 a 12 mms. desde el frente hasta su estremidad, a fin de uniformar la distribucion de la corriente de gas a través de pilas de ladrillos, de las cuales las cinco filas superiores son de sílice.

#### REGULARIZAMIENTO DE LA COMBUSTION

Se arregla la afluencia del aire de modo que la punta del chorro de llamas se encuentra a 60 cms. del canal horizontal.

#### CHIMENEAS

Son de 2.55 mts. de diámetro en la base i 60 mts. de altura.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA MARCHA

Duracion de la cokificacion.....		18 horas
Presion del gas	lado de la descargadora....	40 mms. de agua
	lado de la salida del coke....	50 » » »
Tiraje en la chimenea	lado de la descargadora'....	21 » » »
	lado de la salida del coke..	22 » » »
Temperatura de los gases quemados al pié de la chimenea.....		275°
Gas quemado por hora i por batería	{ lado de la descargadora....	4.860 mts. cubs.
	{ lado de la salida del coke....	5.400 » »
Depresion en la usina del rejenerador	{ lado de la descargadora.....	9.36 mms. de agua
	{ lado de la salida del coke.....	10.00 » » »
Abertura del rejistro	{ lado de la descargadora....	542 $\text{cm}^3$
	{ lado de la salida del coke....	382 $\text{cm}^3$

#### CAUSAS DEL DOBLAMIENTO DE LA PRODUCCION DE LOS HORNOS

Dos causas esenciales han contribuido a este resultado i son:

- a) Empleo de ladrillos de sílice para la construccion de los hornos.
- b) Mejor adaptamiento en las dimensiones interiores del horno.



Estos hornos pueden contener 12,500 kgs. de carbon, miéntras que en Europa la carga de un horno nunca ha podido exceder de 8,500 kgs.

Es evidente que sólo se recojerian ventajas con el aumento de la capacidad del horno, pero, en la práctica, se dan limitaciones forzadas:

La lonjitud de un horno depende de la resistencia del coke en el des-hornamiento; la altura no puede sobrepasar de 3.50 mts., pues es preciso asegurar al coke una resistencia i una composicion sensiblemente uniformes para un mismo horno.

#### ¿DEBEMOS REDUCIR EL ANCHO DE NUESTROS HORNOS DE COKE?

Fatalmente, en Europa, se seguirá a los americanos en la via que han emprendido, en lo que se refiere al aumento del ancho i del alto del horno de coke.

La eleccion del ancho mas conveniente, casi siempre igual a 50 cms. en Europa, necesita mayor reflexion.

Pero, si se propone reducir la duracion de la cokificacion, es preciso ante todo, considerar la rapidez con que se trasmite el calor en el horno.

Si se compara desde este punto de vista, dos hornos de 40 i 50 cms. de ancho, se puede decir:

1.º Para una misma temperatura de los *pievroits* la rapidez de la cokificacion será mas grande en el horno mas estrecho;

2.º Para que la duracion de cokificacion sea igual, será preciso que la temperatura de calentamiento del horno mas ancho sea mas grande que la del horno mas angosto.

De esta última observacion se sacan las deducciones siguientes:

1.ª El mejor coke metalúrgico será aquel del horno ménos ancho. En el otro, en efecto, una fraccion del coke se reduce a pedazos menudos por que éste es «sobrecalentado».

Mas adelante definiremos este término: «sobrecalentamiento del coke»;

2.ª El mayor rendimiento en sub-productos se obtendrá con el horno ménos ancho, porque allí se reducirá lo mas posible el sobrecalentamiento de los productos en la destilacion de la hulla;

3.ª La marcha mas económica se obtendrá con el horno mas estrecho, porque con él se está al abrigo de todo sobrecalentamiento del coke.

Por estas múltiples razones, los americanos, desde 1914, no construyen sino hornos de 45 cm. de ancho medio.

Las ventajas principales de los ladrillos de sílice son las siguientes:

1.ª A alta temperatura la conductibilidad de los ladrillos de sílice es superior a la de los silico-aluminados;

2.ª El punto de fusion o de reblandecimiento está a una temperatura mas elevada en los primeros que en los últimos;

3.ª Si la composicion de los ladrillos es constante, se pueden determinar fácilmente sus propiedades físicas a diversas temperaturas;

4.ª El coeficiente de dilatacion i de contraccion de la sílice entre 10,00º



i 1300° es prácticamente despreciable. Ahora, como todas las variaciones corrientes de la temperatura de un horno de coke quedan comprendidas en este intervalo, no se corre ningun riesgo de tener movimientos en la bañilería.

Por otra parte, los ladrillos de sílice resisten mucho mejor a la acción *abrasiva* (abrasadora) del coke que los ladrillos silico-aluminosos.

He aquí, además, la composición química de ellos:

	LADRILLOS		
	Sílice	St. Louis	Silico-Aluminosos de Alemania
<i>Pérdidas por calcinación</i>	0,22%	0,12 %	0,11%
Si O <sup>2</sup>	94,06 »	79,29 »	83,15 »
Fe <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	0,87 »	3,26 »	1,57 »
Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup>	2,23 »	16,66 »	13,19 »
Ca O <sup>3</sup>	2,62 »	0,49 »	0,57 »
Mg O	0,15 »	0,36 »	0,34 »
K <sup>2</sup> O	0,15 »	0,82 »	1,17 »

#### PROPIEDAD DE LAS DIMENSIONES DE LOS HORNOS

Las dimensiones corrientes de los hornos de coke americanos son las siguientes:

Longitud, 11 mts; altura 3,60 mts; ancho de 42 a 48 cms.

#### CONDICIONES TÉRMICAS DE LA MARCHA DE LOS HORNOS DE COKE

Para juzgar cual es el mejor ancho que se debe dar a los hornos de coke, es necesario poseer datos precisos sobre sus condiciones térmicas de marcha.

Por otra parte, en la industria de los hornos de coke, uno se esfuerza para obtener en el mínimo de tiempo un buen coke metalúrgico i un rendimiento máximo en subproductos (benzol, alquitran, amoníaco).

Se sabe que el alquitran i el benzol se desprenden de la hulla a una temperatura relativamente baja: 400 a 500° i que a 570° la cokificación del carbon i el desprendimiento del gas son casi completos; mientras que la formación del amoníaco tiene lugar a una temperatura mas elevada: entre 600 i 700°.

A partir a mas de 800° la descomposición del amoníaco es mui activa.

Se puede, pues, decir que sobre 800° comienza una verdadera acción de sobrecalentamiento que, desde el doble punto de vista del gasto de gas de calefacción i de la recuperación de los subproductos, es conveniente evitarla o reducir lo mas que sea posible con una construcción i un ancho convenientes de la cámara de carbonización.

El conocimiento de la progresión de la temperatura de la masa de carbon, en el curso de su cokificación, ofrece pues un interes considerable.



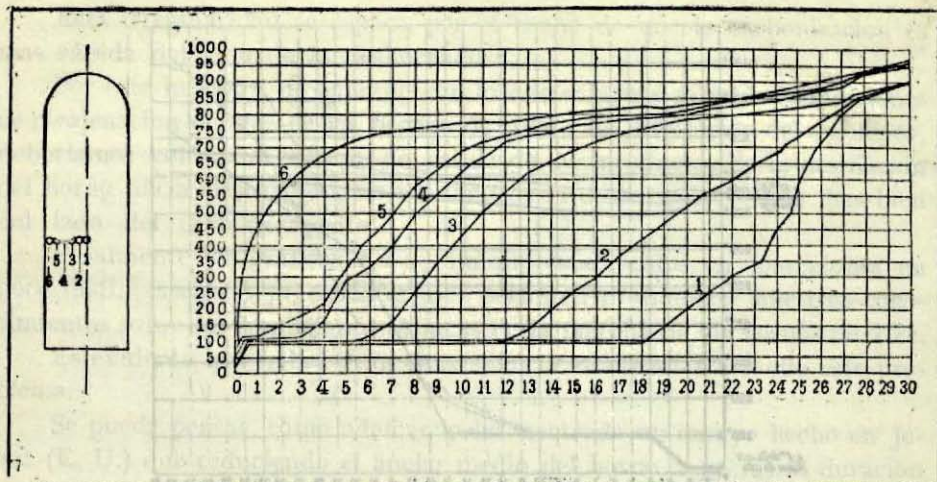


Fig. 1.—Diagrama de las temperaturas en la masa del carbon en el curso de la cokificacion

En vista de estos hechos reproduciremos los resultados obtenidos por diversos experimentadores:

El diagrama de la fig. 1 es debido a Hilgenstock; se refiere a un horno de un ancho medio de 52 cms. Allí se muestra que la acción del sobrecalentamiento se ejerce, a partir de la 23.<sup>a</sup> hora de carbonización, sobre la masa del coke, comprendida entre la pared del horno i el pirómetro N.º 3 incluso.

No ménos interesante es el gráfico de la figura 2 establecido segun los resultados obtenidos por Simmersbasch en el curso de sus ensayos con un horno Koppers (Stahl und Eisen, 4 de Junio de 1913).

Allí se nota que la temperatura conserva ménos tiempo su valor de 100° en la rejion de la estremidad opuesta.

Dicho con otras palabras, en esta rejion hai necesidad de 15 horas para vaporizar el agua, en vez de 10 hs. solamente, para las otras dos.

Por otra parte sucede, asimismo, que la duración de la cokificacion alcanza a los valores siguientes:

A 2.50 m. de la puerta del lado de la deshornadora....	22 horas
Al centro del horno.....	24 »
A 2.50 de la puerta del lado del deshornamiento.....	26.5 »

Esta doble anomalía se explica por razones de construccion: El horno es mas ancho del lado del deshornamiento para facilitar la salida del «samon» de coke.

La masa de carbon es allí mas considerable i de igual modo la masa de agua por evaporizar.



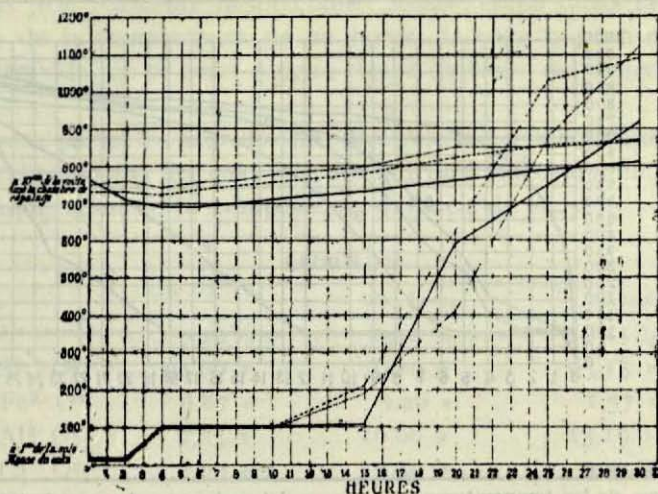


Fig. 2. — Gráficos de las temperaturas en el eje longitudinal de un horno Koppers según Simmersbasch.

----- lado de la deshornadora  
 ..... al medio del horno  
 ————— lado de la descarga

Horas A partir del momento de carga	En la masa del coke a 1 m. del piso			En la cámara de <i>répalage</i> 10 cm. de la bóveda		
	Lado de la deshorn.	Centro del horno	Lado del deshorn.	Lado de la deshorn.	Centro del horno	Lado del deshorn.
0	100	100	100	730	750	760
2	100	100	100	730	760	710
4	100	100	100	720	740	690
6	100	100	100	735	755	690
8	100	100	100	745	760	700
10	100	100	100	755	775	710
15	210	190	106	777	795	730
20	630	410	590	820	850	785
25	1030	876	750	855	850	785
30	1090	1120	920	870	865	820

NOTA.—El «Barillet» se encuentra sobre el borde de la batería de hornos del lado de la deshornadora.

Dimensiones del horno	{ Largo..... { Altura..... { Ancho al centro.....	10 m.
		2.30 m.
		0.50 m. carga 8.8 tons.
Composición de la hulla	{ Agua..... { Materias volátiles..... { Cenizas.....	12.1%
		22.7%
		6.3
Rendimiento en coke:	79.9% o sea.....	6.177 kg. por horno
Composición media del coke (deducida el agua)	{ Materias volátiles..... { Cenizas.....	2.6%
		8.9

Se atenúa esta dificultad, como lo hemos visto en nuestra descripción de una gran fábrica de coke americana, quemando exceso de gas en el lado mas ancho (las presiones respectivas del gas en los quemadores son: 40 i 50 mm. de agua).

Una nueva anomalía se nota en las temperaturas encontradas a 10 cm. de la bóveda del horno, o sea en la cámara de *répalage*.



Esta irregularidad se explica por el hecho de que la carbonizacion es mas rápida del lado de la deshornadora.

Por este motivo i de acuerdo con lo que sabemos sobre las condiciones de pirojenacion del gas de los hornos de coke i de disociacion del amonfaco, deberíamos colocar el orificio de salida de los productos de la destilacion del horno hácia el «barillet», no del lado de la deshornadora, sino mas bien del lado del deshornamiento.

Finalmente los gráficos 1 i 2, aunque establecidos en condiciones un poco distintas en sus precedentes, nos permiten profundizar nuestros conocimientos sobre las condiciones técnicas de la marcha de los hornos de coke.

Es evidente que habrá gran conveniencia en estudiar a fondo este problema.

Se puede pensar, como ademas lo ha mostrado un ensayo hecho en Joliet (E. U.) que reduciendo el ancho medio del horno a 45 cms. la duracion de la cokificacion será llevada de 28 ó 30 a 24 horas, pero será necesario emplear ladrillos de sílice.

Mas adelante volveremos a hablar de los productos refractarios.

#### DÓNDE CONSTRUYEN LOS AMERICANOS SUS HORNOS DE COKE

Ellos no han vacilado en edificar, convenientemente, sus fábricas de coke en el sitio mismo de las instalaciones metalúrgicas; encuentran que los gastos del transporte del carbon en un recorrido de 800 kms. está pagado por las siguientes ventajas.

1.º El metalurjista, directamente interesado en el empleo de un coke de buena calidad, vijila mas estrictamente la fabricacion que lo que lo hacia un carbonizador;

2.º La utilizacion del gas disponible de los hornos de coke en los hornos metalúrgicos asegura ventajas considerables, que son bien conocidas (abreviamiento de la operacion, economía en la mano de obra i mejoramiento en la calidad de los aceros);

3.º Se evita la formacion de «menudos de coke» que se producen en el momento de descarga de los vagones que llegan de las fábricas de coke mineras.

#### ¿SE DEBE SEGUIR EL MÉTODO AMERICANO?

Segun Mr. Gunderson, hé aqui lo que serían los gastos de instalacion i los precios de produccion de una fábrica de coke que elaborara 1.000,000 de tons. de coke por año.



		Método europeo	Método americano
Carbon para carbonizar.....	Tons.	1.340,000	1.340,000
Carga de carbon por horno.....	»	11	13
Duracion de la cokificacion....	Horas	29	18
Número de hornos.....		330	212
Costo de la instalacion.....	Frns.	25.000,000	18.000,000
Gastos por tonelada de carbon	»	6.40	4.35

Se ha dicho que reduciendo la duracion de la cokificacion, se disminuye el rendimiento en subproductos, especialmente en amoníaco. Se pretende tambien que el alquitran es de mas mala calidad a causa del aumento que sufren sus leyes en naptalina i en carbono libre. Pero no lo creamos!

Estas observaciones nos prueban que los hornos de los cuales se han sacado semejantes conclusiones estaban mal construidos, o bien eran mal manejados.

Hemos visto, en efecto, que reduciendo el ancho del horno, se disminuyen los riesgos de sobrecalentamiento i, por consiguiente, la pirojenizacion de los hidrocarburos del gas.

A todo lo que hemos dicho respecto de las condiciones térmicas de la marcha de los hornos de coke, debemos agregar que es necesario no perder de vista jamas el siguiente principio: «Si la mayor parte de las materias volátiles de la hulla se desprenden a una temperatura inferior a 500°, las reacciones entre los productos de la destilacion del carbon no comienzan, por lo contrario, sino a partir de una temperatura superior a 500°.

Por consiguiente, lo que es esencialmente necesario conocer es la temperatura de la atmósfera donde se encuentra la masa de carbon, o sea la de la cámara de *répalage*, i no la temperatura de la masa misma de carbon.

#### PARALELO ENTRE LAS FÁBRICAS DE COKE AMERICANO I EUROPEAS

Despues de un viaje que hizo a Europa, en el curso del otoño último, M. Thompson, Injeniero Jefe de la Sociedad Americana Koppers, envió a la Asociacion de Injenieros de Pensylvania una comunicacion de gran interes; comunicacion que hemos creído conveniente resumir como sigue:

##### A) Gastos de instalacion i explotación

Las instalaciones americanas son mucho mas prácticas i económicas que las europeas.

Por ejemplo, para la carbonizacion de 2,400 toneladas de combustible por cada 24 horas, una fábrica americana comprende 2 baterías de 60 hornos cada una, mientras que en Europa se establecen 6 baterías de 42 hornos cada una i aun ocho baterías con 50 hornos cada una.



De esto resulta una economía evidente en los gastos de la primera instalacion i de explotacion, a favor de la práctica americana, puesto que se pueden reducir al mínimo las instalaciones accesorias: torres para carbon, carros carboneros, deshornadoras, estaciones o patios estincion del coke.

#### B) Lavadores

M. Thompson llama la atencion hácia el hecho de que los lavadores europeos son jeneralmente mas perfeccionados que los que están en uso en los Estados Unidos (1).

#### C) Preparacion mecánica del carbon

Mientras que nosotros empleamos casi esclusivamente trituradores «Carr» para la preparacion del «menudo de coke», los americanos prefieren los martillos quebrantadores de los cuales dan un rendimiento elevado.

#### D) Manipuleo del «menudo de coke»

En vez de nuestros sistemas trasportadores diversos, tales como el Hunt, por ejemplo, los americanos prefieren los trasportadores de correa a causa de su rendimiento elevado.

#### E) Estincion i manipuleo del coke

Mr. Thompson, encuentra nuestros distintos procedimientos: plano inclinado, trasportadores de formas diversas, muy costosos i muy incómodos. Segun él; nada de ellos, sino un puesto central para la estincion i para la carga directa del coke en los vagones.

#### F) Tiempo de cokificacion

La duracion de la cokificacion tan reducida en los hornos americanos es la consecuencia del empleo de ladrillos de sílice i, notémoslo bien, de la vijilancia mucho mas cuidada, que entre nosotros, de la regularidad del calentamiento de los hornos.

Mr. Thompson se muestra un ardiente partidario de los ladrillos de sílice. Estos son, en efecto, mejores conductores del calor i mas resistentes a las elevadas temperaturas i soportan mejor la accion «abrasiva» del coke que nuestros ladrillos sílico-aluminosos.

(1) Nosotros hemos tratado anteriormente esta cuestion en nuestro estudio: «La crisis del carbon» aparecido en «Chimie et Industrie».



En lo que se refiere a la regularidad del calentamiento de nuestros hornos, Mr. Thompson dice, no sin algo de razon, que no nos fijamos lo suficiente en el valor de esta cuestion capital. En los Estados Unidos, por lo contrario, la cokificacion debe estar concluida al fin de un tiempo estrictamente fijo. En este momento se vácia el horno. Tampoco nosotros no vijilamos lo suficiente la presion del gas en los quemadores de los hornos ni el tiraje en la chimenea.

Estima aun que los americanos son mas cuidadosos que nosotros, en cuanto a la homojeneidad de las mezclas de carbones. Contrariamente a lo que creíamos, allá ellos experimentan tambien grandes dificultades, como entre nosotros, en lo que respecta a los aprovisionamientos de carbon.

### G) Usinas de subproductos

Desde este punto de vista los americanos no nos han aventajado. Emplean aparatos idénticos a los nuestros. A lo mas se ocupan de recuperar mejor que nosotros el calor de los flúidos a la entrada o salida de los aparatos i de preparar bencina i tolueno puros.

## DISCUSION DE LAS OBSERVACIONES DE MR. THOMPSON

Aunque aprobamos completamente ciertas partes de la memoria de Mr. Thompson, debemos declarar que sus críticas son demasiadas severas. Discutámoslas rápidamente en la esperanza de volver a ellas.

Es evidente que los hornos europeos son mui costosos tanto en la construccion como en la explotacion: Necesitan mas personal. Si se toma por base una usina carbonizando 2,400 tons. de carbon por dia, costaría hoi 40 millones si se emplean hornos europeos, en vez de veinticinco millones solamente que habria que gastar si se usan hornos americanos. Los gastos de explotacion (mano de obra i mantenimiento) varian en la misma proporcion; atendiendo solo a los de los hornos resulta que actualmente éstos llegan a 15 francos por cada tonelada de carbon tratada (Fábricas francesas).

No creemos que un puesto central de estincion i manipuleo del coke presente tantas ventajas como lo afirma Mr. Thompson. La máquina que él preconiza se emplea en la usina de Gas de Vienne i en la fábrica de coke de Oppau. Esta es, de una instalacion i mantenimiento mui costosos.

Nos propondremos volver posteriormente sobre esta cuestion. (1)

(1) Mr. Thompson acaba de enviarnos diversas fotografías que ilustran su conferencia i de la cual hemos hablado. Le agradecemos su amabilidad i tenemos el placer de decirle que somos partidarios del modo cómo él instala sus hornos. Nos parece, sin embargo, que su dispositivo de estincion i de carga del coke debe ser, a lo ménos, tan costoso como el nuestro.



En lo que concierne a la recuperacion i tratamiento de los subproductos, pensamos que los americanos no se encuentran en la misma situacion que nosotros. Mui al contrario. Ellos emplean el procedimiento de sulfatacion semi-directa, nosotros tambien.

Para la recuperacion de los benzoles, tienen en uso solo los procedimientos clásicos, con la diferencia que emplean como ajente absorbente un petróleo, el poder disolvente del cual no sobrepasa al de los aceites pesados de hulla de que nos servimos corrientemente.

Recordemos, por lo demas, que comenzamos a emplear el procedimiento Brégeat donde el lavado de los gases para desbenzolar se hace con crisoles. En relacion con los antiguos, este nuevo método permite usar cuatro veces menos vapor i reduccion a lo menos en dos tercios los gastos de la primera instalacion.

Ulteriormente, nos proponemos tambien mostrar todas las ventajas de la rectificacion continua de Barbet i un método completamente nuevo debido a Mr. Chenard (1).

Puede ser que en nuestras fábricas de coke, la vijilancia del réjimen técnico de los hornos de coke esté mal orientada. Pero no desesperemos, nuestro restablecimiento industrial está en marcha i se puede pensar que, «La Oficina de Calefaccion racional», de la cual los industriales aprecian mas i mas sus servicios, gracias a la hermosa impulsion de su director Mr. Frion nos ayudará a realizar aquí, como en otros hornos, economías de calorías de un 10% a 20% en relacion con la marcha antigua. (2)

(1) Véase «Ideas modernas sobre la destilacion i redificacion». C. Berthelot (Chaleur et Industrie), Junio de 1920.

(2) Véase: «El balance térmico en los hornos de coke» C. Berthelot. Conferencia en «La Oficina de Calefaccion racional», 12 Junio 1920.

(Continuará)

CH. BERTHELOT





## Los minerales de manganeso <sup>(1)</sup>

### Producción.—Consumo.—Aprovisionamiento de la Industria belga

#### SUMARIO

- I. Situación ántes de la guerra.—A. Los productores de mineral.—B. Venta de minerales de manganeso.—C. Los consumidores de mineral.
- II. Modificaciones traídas por la guerra.—A. Los productores.—B. Los consumidores.—C. Precio del mineral de manganeso i de sus aleaciones.
- III. Situación despues de la guerra. Aprovisionamiento de Béljica.—A. Observaciones jenerales.—B. Fuentes de aprovisionamiento para Béljica.—C. Medios apropiados para asegurar a la industria belga su abastecimiento en minerales de manganeso.

#### INTRODUCCION

El manganeso es empleado, sobre todo hoi dia, en la industria metalúrgica; la industria química, que aprovecha las propiedades oxidantes de algunos de sus compuestos, no absorbe sino una pequeña cantidad de la producción mundial de los minerales de este metal. Estos son principalmente óxidos (pirolusita, psilomelan, braunita, manganita, etc.); algunos yacimientos solamente, de importancia secundaria, dan carbonatos i silicatos (dialogita i rhodonita). El mineral de manganeso contiene siempre una cierta proporción de fierro; cuando la lei en manganeso es inferior a 35 o 40% i que la proporción de fierro aumenta, se le designa como mineral de fierro manganesífero.

En circunstancias normales, el alto porcentaje en manganeso i la débil lei en sílice i en fósforo son una condición esencial para valorizar el mineral de manganeso propiamente dicho; la presencia de cal no es un inconveniente para el metalurgista. I es a menudo buscada. Para la industria química los *désideratums* son diferentes: lo que importa al químico es la alta lei de bióxido de manganeso (en oxígeno disponible) i débil lei en fierro, cal i otras impurezas. Por la abundancia de minerales ricos, los yacimientos pobres ántes de la guerra, no podían sino que raramente ser el objeto de una explotación remuneradora.

La industria metalúrgica utiliza [los minerales de manganeso (o los minerales manganesíferos) para la composición de lechos de fusión en los

(1) Annales des Mines de Belgique, Tomo XXI.



altos hornos que trabajan para fusiones ordinarias; prepara ademas, con los minerales ricos, aleaciones de fierro-manganeso-carbono que sirven de adiciones en la fabricacion del acero al convertidor o en reverbero; estos son el fierro-manganeso con 60-80% de Mn i el Spiegeleisen con 15-25% de Mn.

## I. SITUACION ANTES DE LA GUERRA

### A.—LOS PRODUCTORES DE MINERAL

Los principales paises productores de mineral de manganeso, propiamente dicho, son la Rusia, las Indias Inglesas i el Brasil. [La Rusia ha ocupado largo tiempo el primer lugar; pero ella ha sido sobrepasada por las Indias en los años 1908 a 1911. En 1912 ha vuelto a ocupar el primer lugar.

He aquí indicadas las cifras de produccion para 1913:

Rusia.....	1.289,370 tons. (1,016 Kgs.)
India.....	718,520 » »
Brasil.....	180,738 » »

Otros paises del mundo que poseen yacimientos de manganeso no contribuian ántes de la guerra sino con una pequeña cantidad a la produccion mundial. En casi todos los paises beligerantes de la gran guerra existen algunas explotaciones; la mayor parte de éstas no proporcionan sino que un mineral de calidad mediocre o de débil lei (mineral de fierro manganesífero). España figuró hasta 1900 entre los productores de importancia (alrededor de 100,000 tons. en 1910). Sus explotaciones declinaron rápidamente mientras que se desarrollaban las de la India i del Brasil; la produccion, que habia disminuido en algunos miles de toneladas, volvió a subir en 1912 (21,254 tons. en 1913). Pero este pais esporta grandes cantidades de fierro mangánífero (rejiones de Almería i Cartajena).

**RUSIA.**—Los principales yacimientos están situados en el Cáucaso, en el distrito de Fchiatouri; ellos han dado, durante el decenio de 1904-1913, 75% de la produccion rusa. El otro distrito manganesífero importante es la rejion de Nikopol (Donetz), sobre el Dnieper, a una centena de millas de su desembocadura en el Mar Negro. En estos dos distritos el mineral se presenta en capas regulares probablemente de orijen sedimentario.

El mineral de Fchiatouri se compone principalmente de pirolusita de estructura volfítica; el arranque proporciona 50% en pedazos directamente vendibles, el resto debe ser concentrado ántes. La reserva de mineral aun no explotada en esta rejion es estimada por Harder (1) en 110.000,000 de toneladas, i por Scott, especialista en minas de manganeso, en 22.125,000 toneladas; esta última valuacion, para una extraccion anual de un millon de toneladas, no daría mas de 20 años de vida a la explotacion.

(1) American Institute of Mining Engineers, Mayo 1916.



En Nikopol, el manto explotado se compone de nódulos de psilomelan i de pirolusita en una base de arcilla arenosa; 80% del mineral debe ser lavado.

El mineral ruso tiene el defecto de reducirse fácilmente a pedazos menudos o polvo, es decir, es frágil (1). Se puede apreciar su lei por la composición media de los cargamentos desembarcados en Middlesborough (Inglaterra) desde 1897 a 1906 (mineral secado a 100°):

Manganeso.....	49.58%
Fierro.....	0.83 »
Sílice.....	10.17 »
Fósforo.....	0.16 »
Alúmina, etc.....	12.77 »

El mineral del Cáucaso se esporta por los puertos de Batoum i de Poti sobre el Mar Negro i que distan respectivamente de 90 i 126 millas de Tchiatouri. Esta última ciudad está unida a la gran vía férrea transcaucásica Poti-Bakú por 34 Kms. de ferrocarril de trocha angosta. Las estadísticas rusas dan para 1913 las siguientes cifras de esportacion:

Para Alemania.....	405,390 tons
» Inglaterra.....	242,960 »
» Bélgica.....	179,726 »
» Estados Unidos.....	135,390 »

El distrito de Nikopol era el proveedor de las usinas metalúrgicas rusas, i para esportar su producción, especialmente cuando ésta era enviada a la Bélgica, se usaba el puerto de Nikolaieff.

Los yacimientos del Cáucaso, puestos en explotación desde 1879, se han encontrado en manos de un gran número de pequeños propietarios. La falta de método en la explotación i la imperfección de los procedimientos de lavado han producido la pérdida de una enorme cantidad de mineral. Además, la ausencia de un tipo de mineral de composición fija fué una causa de depreciación en el mercado. Hai que agregar a esto, como inconvenientes a la prosperidad de las explotaciones caucásicas, la insuficiencia de los medios de transporte i las tarifas elevadas en el ferrocarril de Poti, los defectos en los dispositivos de embarque i la ausencia de una mano de obra experimentada en Poti i Batoum, i por fin los manejos de negociantes poco escrupulosos (en su mayor parte comisarios griegos). Todas

(1) *Nota del traductor:* Vamos a traducir el término francés «friable», por «frágil», aunque éste no corresponde exactamente al primero, pues, «friable» es la calidad que tienen ciertos minerales que se reducen a polvo o a pedazos menudos con solo ejercer sobre ellos una pequeña presión, tal como la que se puede ejercer con los dedos (E. N. A.)



estas causas dieron ocasion a los yacimientos de India i Brasil, para competir ventajosamente con los del Cáucaso.

La situacion se ha mejorado desde 1900 i sobre todo despues de 1905. Se formaron sociedades para agrupar las pequeñas concesiones, modernizar la explotacion e instalar grandes lavaderos.

Sobre todo, los alemanes, que son los principales consumidores de mineral caucásico, fueron los que emprendieron esta trasformacion (1). Se ha dicho que nuestros enemigos, despues de haber hecho creer en una crisis de la metalúrgia alemana en 1914 provocaron, de este modo, algunos meses ántes de la guerra, una baja en el precio del mineral, aumentando, por consiguiente, de una manera sensible sus importaciones de mineral caucásico durante los primeros meses de 1914. Las estadísticas alemanas no revelan sin embargo aumento notable: 391,379 tons. durante los seis primeros meses de 1914 contra 378,493 tons. por el período correspondiente de 1913. Pero se verá mas adelante que las importaciones de mineral ruso en Bélgica crecieron sensiblemente durante este período; es probable que el mineral desembarcado en Amberes era en gran parte destinado a Alemania.

INDIAS.—Los yacimientos están situados en las provincias siguientes: Bihar i Orissa, Bombay, India Central, Provincias Centrales, Madras, Mysore. Los de las Provincias Centrales son, desde mucho tiempo atras, los mas importantes desde el punto de vista de la produccion de mineral.

Los yacimientos indianos están asociados a rocas cristalinas i presentan dos tipos distintos: intrusiones manganesíferas de oríjen ígneo constituyendo la *Kodurita*, i capas sedimentarias metamorfoseadas designadas bajo el nombre de *Gondita*. En el primer tipo de yacimiento el mineral se compone principalmente de psilomelano, en el segundo es formado de una mezcla de braunita i psilomelano en granos de grueso variable. Los yacimientos de las Provincias Centrales pertenecen al segundo tipo.

La explotacion proporciona el mineral en pedazos mui duros, mas conveniente que el frágil mineral caucásico para la carga del alto horno. La lei media de los cargamentos desembarcados en Middlesborough de 1900 a 1906 es:

Manganeso.....	50.86 %
Fierro.....	6.31 »
Sílice.....	5.71 »
Fósforo.....	0.127 »
Alúmina, etc.....	6.80 »

(1) Dos sociedades importantes, la «Aktien Gesellschaft für Hüttenbetrieb» de Gelsenkirchen i «Behrend und Bodenheimer» de Hamburgo.



Las exportaciones de mineral durante el año que ha precedido a la guerra (1913-14) (1) ha sido:

A Inglaterra.....	258,776 tons.
A Bélgica.....	187,821 »
A Francia.....	108,847 »
A Alemania.....	18,950 »
A Estados Unidos.....	106,327 »

Nótese que una parte del mineral importado en Bélgica era destinado para Alemania.

La explotación de los yacimientos de la India, comenzada en 1892 (distrito de Vizagapatam), está en manos de un gran número de Compañías inglesas, la mayor parte de ellas fundadas entre 1905 i 1907. La red ferroviaria que cubre el país ha permitido el desarrollo de la mayor parte de los yacimientos, a pesar de la gran distancia que los separa del mar (hasta 800 Kms.) Se trabaja a cielo descubierto; la mano de obra es muy barata. Antes de la guerra no se había ejecutado ningún sondeo, para reconocer los yacimientos en profundidad. El avance de los trabajos parecía indicar el empobrecimiento del mineral en profundidad: disminución de la lei en manganeso i aumento de la proporción en sílice i fósforo. Parece sin embargo, que hai todavía, grandes reservas de mineral rico.

BRASIL.—Si se hace abstracción de pequeñas explotaciones de la rejion de Bahía, se puede decir que todo el mineral exportado por el Brasil, ántes de la guerra, provenia de la provincia de Minas Geraes. Se distinguen aquí dos distritos productores: el de Miguel Burnier i el de Lafayette; este último que inició su explotación despues que el de Miguel Burnier, ha llegado a ser hoy día el más importante. Es necesario señalar todavía los yacimientos de la provincia de Matto Grosso, muy alejados del mar.

Los yacimientos del Brasil, como los de India, están asociados a rocas cristalinas. El mineral se compone principalmente de psilomelan con manganita i pirotusita en las cavidades i recuerda el tipo Gondita de la India.

La lei media de los minerales del Brasil desembarcados en Middlesborough de 1898 a 1906 (secados a 100°) es la siguiente:

Manganeso.....	50.30 %
Fierro.....	3.78 »
Sílice.....	2.04 »
Fósforo.....	0.052 »
A lúmina, etc.....	3.080 »

Las primeras explotaciones del Brasil datan de 1894; despues de 1904

(1) Año fiscal que termina el 31 de Marzo.



la produccion anual ha oscilado alrededor de 200,000 toneladas con una tendencia a bajar ligeramente ántes de la guerra.

Los yacimientos están situados alrededor de 500 Kms. al Norte de Rio Janeiro; el ferrocarril central de Brasil los une a esta última ciudad por donde se hace la esportacion. Antes de la guerra la produccion del Brasil era esportada mitad a los Estados Unidos i mitad a Europa.

Entre las sociedades esplotadoras es necesario mencionar la *Morro da Mina*, de capitales brasileros, que ocupa el primer lugar por la cantidad de su produccion anual, la *Mineraçao de Agua Preta*, negocio aleman; al *Companhia Queluz da Mina*, i la Sociedad Anónima de Manganese de Ouro Preto, de capitales belgas, que posee la mina de Cocuruto ligada al ferrocarril central por una via de trocha angosta de 40 Kms. de longitud.

Las reservas de mineral son importantes; se estiman las de la concesion de la *Morro da Mina* en 10 millones de toneladas. Se debe esperar que con una esplotacion sistemática del pais se lleguen a descubrir nuevos yacimientos. La gran dificultad es la cuestion de los trasportes.

Por esta causa i por estar mui alejados del mar, los yacimientos de Corumba, situados cerca del término de la navegacion del rio Paraguai (Provincia de Matto Grosso), cuyas reservas son avaluadas en 100 millones de toneladas de pirolusita i de rhodonita, no han podido ser, hasta el presente, objeto de una esplotacion activa, capaz de competir con las minas de Minas Geraes.

#### B.—VENTA DE MINERALES DE MANGANESO

Lóndres, centro del comercio de los minerales en jeneral, tiene un rol importante en el mercado de los minerales de manganese. Importantes contratos de compra se efectuaban sin embargo, ántes de la guerra, en Amberes i tambien en Hamburgo.

El precio del mineral rico, por tonelada, es jeneralmente fijado por unidad de manganese en la composicion por ciento.

Es determinado por una cierta base o lei en sílice i fósforo, con multa o prima si esta lei no es alcanzada o es superada. Así, la base para los contratos de compra de la Carnegie Steel Company en Pittsburgh (Estados Unidos) era, ántes de la guerra, 8% de sílice i 0,20% de fósforo, con deduccion de 15 cents. por tonelada por cada por ciento suplementario de sílice i deduccion de 2 cents. por unidad de manganese i por tonelada por cada 0,02% suplementaria de fósforo; ademas, los minerales que contenian ménos de 40% de manganese o mas de 12% de sílice o 0,225% de fósforo, podian ser rechazados por el comprador. Los contratos firmados en Lóndres o en Hamburgo fijaban, para la sílice i el fósforo, leyes mui próximas de las señaladas anteriormente.

El precio por unidad varia segun la calidad del mineral. En la Car-



negie Steel Co., se fijaba en las cuatro cualidades siguientes: lei en manganeso superior a 49%, lei comprendida entre 46% i 49%, entre 43% i 46%, entre 40% i 43% (minerales indíjenas). En cuanto a los minerales indios, ellos presentan tres cualidades, cuyas leyes en manganeso son respectivamente superiores a 50%, comprendidas entre 48% i 50% i entre 45% i 48%.

El precio del mineral de primera calidad, en Lóndres, durante los 3 o 4 años que han precedido a la guerra, ha variado de 9 a 12 «pences», la unidad. El mineral caucásico valia, en jeneral,  $\frac{1}{2}$  a 1 «penny» ménos que el mineral indio; el mineral brasilero, que contiene muchos elementos extraños, parece que era el ménos estimado. La mayor parte de los contratos para minerales brasileros, indios i caucásicos se hacian, ántes de la guerra tomando en cuenta la calidad del mineral que debia tener mas de 50% de Mn.

La comparacion de las leyes medias de los minerales de Brasil, India i el Cáucaso, dadas anteriormente, muestran que el mineral mas rico en manganeso es el de la India; el mineral ménos fosforoso i ménos silicoso el de Brasil, i el mineral ménos ferrujinoso el del Cáucaso. La presencia de fierro, que es molesta para la fabricacion de los fierro-manganesos de primera calidad, puede constituir un aporte suplementario en otros casos. El mineral de la India presenta la ventaja de ser mucho ménos húmedo que los otros; el del Cáucaso tiene el defecto, señalado ya anteriormente, de ser frágil.

En los períodos en que el mineral es difícil de obtener i por consecuencia es caro, las exigencias en la composicion son ménos severas; es así que en 1906, año de gran prosperidad de la industria metalúrgica, la insuficiente produccion de minerales de manganeso hizo aceptar minerales con ménos de 40% de manganeso i con 0,25-0,45% de fósforo. La sílice es el elemento mas perjudicial en el tratamiento metalúrgico; el mineral indio, que contiene mas de 10% de sílice, nunca ha podido venderse.

Los minerales vendidos como oxidantes para la industria química, se pagan segun su lei en bióxido de manganeso; jeneralmente se exige a lo ménos 80% de  $MnO_2$  i no mas de 1% de fierro. El precio de estos minerales de alta lei es mucho mas variable que el de los minerales para la metalurgia; ha alcanzado a veces para calidades escepcionales 30 £ i mas. El «dump ore» (mineral en pedazos) del Cáucaso conviene mucho para la industria química.

Es interesante de tomar nota de los precios de costo (por tonelada) de los minerales de Brasil, Cáucaso e India, puestos en Lóndres ántes de la guerra:



BRASIL	RUSIA		INDIA	
	segun Demaret	segun Brake	Prov. centrales	Vizagapatam (Madras)
£ 1.10.8 a £ 2.7.6 segun el curso del milreis	£ 1.15.5	£ 1.19.2	£ 1.16.4	£ 1.11.7
<i>Precio, en «pences» a los cuales era vendido el mineral sin ganancia</i>				
7.36-11.4d.	8.5d.	9.4d.	8.7d.	8.2d.

Un cálculo alemán da los siguientes precios de costo medio por tonelada (en 1914):

	En la estacion del ferrocarril	Trasporte por via férrea hasta el buque	Flete hasta un puerto holandes	Total
Cáucaso.....	6.50 marcos	17.00 marcos	11.00 marcos	34.50 marcos
India.....	6.00 »	12.00 »	17.00 »	35.00 »
Brasil.....	6.50 »	14.50 »	15.00 »	36.00 »

Se ve que los gastos de transporte representan mas de 80% en el precio de costo puestos en un puerto de Europa occidental.

El precio de minerales de hierro mangánífero o de los minerales pobres de manganeso es fijado jeneralmente por tonelada para una composición dada, con una tarifa de suplementos o de deducciones del porcentaje de cada elemento en mas o en ménos de la lei prevista. Así el mineral de hierro de Almagrera (Prov. de Almería, S. E. de España) se vende sobre la base de: 47% de hierro, 7% de manganeso, 8% de sílice, descontada la humedad (alrededor de 11%). Los establecimientos alemanes le pagaban 21 marcos puestos en Rotterdam en la primavera de 1913. Los minerales muy pobres en manganeso son a veces vendidos segun la lei total fierro-manganeso. Para los minerales pobres, los contratos se hacen de acuerdo con el vendedor; no existe en estos casos fórmulas tipos de contratos. A menudo para los minerales de origen bien conocido i de composición muy regular, tales como los minerales indios i brasileros, se adopta el contrato de venta «*tel quel*» por el cual el vendedor indica simplemente la composición suelta i garantiza un minimum de lei.



## C.—LOS CONSUMIDORES DE MINERAL DE MANGANESO

Los principales consumidores eran, ántes de la guerra, Inglaterra i Alemania. Estos dos países fabricaban i esportaban fierro-manganeso i spiegeleisen. En 1913 Inglaterra importó 601,177 tons. de mineral (de cual era 50% de India i 40% de Rusia), i Alemania alrededor de 680,000 tons. (del cual mas del 60% venia del Cáucaso i 25% de las Indias); los dos países importaban ademas mineral de fierro mangánifero; la cifra de esta importacion en 1913 fué de 211,644 tons. (en casi su totalidad de España). Inglaterra esportó este mismo año 178,919 tons. de aleaciones mangáníferas, principalmente a los Estados Unidos. La estadística alemana da para la esportacion de las aleaciones ferrosas (Al, Cr, Mn, Ni, Si, etc.) 379,835 tons. para los seis primeros meses de 1914.

Los Estados Unidos no producian sino una parte de ferromanganeso que necesitaban para su industria metalúrgica. Importaban el mineral de manganeso de Brasil, del Cáucaso i de las Indias, en cantidades mas o ménos iguales de cada uno de estos centros productores (en total 345,000 tons. en 1913).

Francia consumia, ademas de la pequeña produccion de su suelo, alrededor de 250,000 tons. de mineral de manganeso importado. Aquí se fabricaban aleaciones, pero importaba mas (especialmente de Inglaterra) que las que esportaba.

En lo que respecta a Béljica, las estadísticas de esportacion del Cáucaso i de la India indican como importadas en nuestro país 179,726 tons. del Cáucaso en 1913 i 187,821 tons. de la India durante el año económico 1913-1914, pero una gran parte de estos minerales pasaban por nuestro país de tránsito a Alemania. Antes de 1914 en el *Bulletin du Commerce* de Béljica con los demas países, publicado por el Ministerio de Finanzas, no se daba un lugar separado a los datos referentes a los minerales de manganeso. He aquí las cifras que él indica para los seis primeros meses de 1914:

Países de origen o de destino	Importacion en Béljica	Esportacion en Béljica
Alemania.....	322,646 Kg.	56.943,000 Kg.
Brasil.....	10.600,000 »	....
España.....	9.720,000 »	....
Gran Ducado de Luxemburgo..	....	2.270,000 »
India Británica.....	105.886,000 »	....
India Portuguesa.....	7.100,000 »	....
Rusia (Cáucaso i Nikopol).....	150.334,878 »	625 »
Otros países.....	1.727,689 »	884,950 »
Total.....	285.691,211 Kg.	60.103,602 Kg.



En cuanto a las informaciones sobre las aleaciones de manganeso, ferromanganeso i spiegeleisen, el Boletín de Comercio no les da un lugar especial.

M. Liebert Eyben, administrador-delegado de la Sociedad Marítima i Comercial de Amberes dá en su «Relacion sobre las cuestiones pertinentes a las industrias de los metales i productos químicos en Béljica i sus necesidades» la cifra de 115,000 a 120,000 tons. para el consumo anual de minerales de manganeso en los establecimientos belgas. Estima la cantidad de ferro-manganeso importado: en 10,000-20,000 tons. i la de spiegeleisen en una cifra mas o ménos igual. Béljica no producía estas aleaciones. Las cifras dadas mas arriba para la importacion de los minerales de manganeso en Béljica, durante los seis primeros meses de 1914, muestran que la cantidad de mineral importado i que quedó en el pais durante este período es sensiblemente superior al consumo anual de nuestras fábricas. Se puede suponer que una gran parte de este stock era destinado a Alemania; nuestros enemigos lo habrán encontrado en los depósitos de Amberes.

Es preciso notar que las importaciones de mineral de manganeso en todos los grandes paises industriales experimentaron, desde fines de 1912, un aumento importante con relacion a los años anteriores. Este aumento se esplica en parte por el desarrollo de la industria metalúrgica, i por el hecho, que los metalurjistas deseaban de cubrir sus necesidades de Mn. para un largo período. Los acontecimientos posteriores han venido a justificar esta medida de prevencion.

Antes de la guerra, el comercio del ferro-manganeso era objeto de una entente entre ingleses, alemanes i un grupo franco-belga. M. Eyben señala en la relacion mencionada mas atras que la casa alemana Beer Sondheimer se habia puesto de acuerdo en 1913, para fabricar aleaciones de manganeso, con las fábricas inglesas que estaban fuera de esta agrupacion.

El ferro-manganeso es vendido jeneralmente sobre la base de 80% de Mn i el spiegel sobre la de 20% de Mn. El ferro-manganeso valía, ántes de la guerra, un poco ménos de 200 francos la tonelada. El consumo del spiegel tendia a disminuir con relacion a la del ferro-manganeso; el spiegel tiene el defecto de introducir mucho carbon en el baño de fusion.

## II. MODIFICACIONES TRAIAS POR LA GUERRA

La guerra ha modificado bruscamente la situacion espuesta anteriormente con relacion a la produccion i al consumo de mineral de manganeso. Detuvo la produccion en ciertos centros, la desarrolló en otros e hizo nacer nuevas explotaciones. En lo que concierne a los consumidores, ésta trajo: la carencia casi absoluta de minerales para ciertos paises; una gran difi-



cultad de aprovisionamiento para algunos i, en otros, una inútil superabundancia. De un modo jeneral, la reparticion de la produccion mundial fué enteramente modificada.

#### A. LOS PRODUCTORES

En Rusia, desde la entrada a la guerra de Turquía, los minerales se encontraban bloqueados por el cierre de los Dardanelos i la explotacion no pudo alimentar mas que las usinas rusas, descontándose una que otra tonelada esportada para Archangel. El Cáucaso (distrito de Tchiatouri) producía en 1915 solamente 35,246 tons. De esta última cantidad 60,742 toneladas fueron por via terrestre al interior de la Rusia i 9,789 tons. trasportadas por mar a Poti i Batoum. En 1914 la cifra de produccion fué todavía de 787,661 tons. a pesar del bloqueo de los Dardanelos que se inició a principios de Noviembre de ese año.

Se señaló a fines de 1916 una gran renovacion de actividad en la industria de manganeso en el Cáucaso; las instalaciones existentes para el beneficio del mineral, capaces ya de producir 800 mil toneladas anuales, se ensanchaban i se preparaban para construir nuevos lavaderos. La existencia de minerales almacenados en Chiatouri, en Bakú i en Poti alcanzaba en este momento a un millon de toneladas.

A continuacion de estallar la revolucion rusa, la depreciacion del rublo, el encarecimiento formidable de los artículos, hicieron mas i mas difícil la explotacion por las exigencias de los mineros. En 1919 el trabajo estaba prácticamente suspendido. Los depósitos existentes todavía en Poti, despues de la requisicion hecha por los turcos para los alemanes, permitieron cargar algunos trasportes que cruzaron los Dardanelos durante el año 1919. En las Indias el Gobierno ingles comenzó por prohibir toda esportacion hácia los países neutrales; pero, al mismo tiempo, la demanda de la industria metalúrgica de los países aliados disminuyó bastante. La produccion de la India también descendió rápidamente a fines de 1914 i principios de 1915. Despues, durante el año 1915 fué nuevamente autorizada la esportacion hácia los Estados Unidos, mientras que se intensificaba la produccion de metales de fundicion i del acero en los países aliados; bajo esta doble circunstancia, la explotacion adquirió poco a poco su antigua actividad.

Las cifras de esportacion durante los años de guerra son las siguientes:

1915.....	418,733 tons.
1916.....	580,328 »
1917.....	433,331 »
1918.....	385,361 »



Es la Inglaterra quien consumió la mayor parte de los minerales esportados por la India; el resto se entregó a Francia, Estados Unidos, Italia i Japon.

La produccion de las minas indias en 1916 fué de 655,000 tons. i en 1917 de 590,000 tons.; el consumo local señala un constante aumento.

El Brasil, que enviaba, ántes de la guerra, a Europa la mitad de su produccion, se vió, desde el principio de ésta urjido por la demanda de las usinas americanas, las cuales no contaban con el mineral indio ni con el ruso. La explotacion que marcaba una tendencia a disminuir, ántes de 1914 fué intensificada febrilmente i pudo proveer en 1916 solo a los Estados Unidos mas del doble de su produccion total, ántes de la guerra.

He aquí una estadística para Brasil:

1915.....	288,671 tons.	de las cuales	268,786	esportadas a E. U.
1916.....	503,103	»	»	471,837
1917.....	532,855	»	»	512,517
1918.....	393,388	»	»	345,877

Durante el último período de la guerra la esportacion del mineral brasilero bajó sensiblemente a consecuencia de la disminucion de las necesidades de los Estados Unidos que encontraron para sostenerlos, en gran parte, durante 1918 en las explotaciones indígenas. (Ver mas adelante).

En épocas normales, la lei media en manganeso del mineral brasilero esportado, era superior a 50%; pero desde 1917 bajó constantemente hasta llegar a 40%. No ocurrió lo mismo, con el mineral indio, en el cual la alta calidad se ha mantenido hasta fines del período de guerra.

El enorme desarrollo de la produccion del Brasil fué debido probablemente a la reapertura de las viejas minas abandonadas i a la explotacion de los nuevos yacimientos. Miéntras que las minas del Estado de Minas Geraes llegaban durante la guerra a su rendimiento máximo los yacimientos del Estado de Bahia i del Estado de Maranhao, que sirvieron de campo a la actividad de las Compañías norteamericanas, abrieron perspectivas nuevas para el desenvolvimiento de la produccion brasilera (yacimiento principal en Bom Fim, al Nord Oeste de la ciudad de Bahía en las proximidades de la línea del «Central Railway of Brazil»).

La produccion de España se elevó en 1916 a 49,500 tons. i en 1917 a 57,500 tons. La de la República de Cuba (Provincias Oriente, Santa Clara, Pinar del Rio), nula ántes de la guerra, alcanzó a 50,000 tons. poco mas o ménos en 1917 i 95,000 tons. en 1918. La produccion mensual al fin de la guerra era de 12,000 tons.



## B. LOS CONSUMIDORES

La demanda de mineral de manganeso fué mui débil durante el primer año de la guerra a causa del relajamiento de la actividad industrial i tambien probablemente porque los belijerantes contaban con parte de sus «stocks» para pasar la crisis, que en un principio, creyeron no seria tan larga.

El desenvolvimiento formidable de la fabricacion de material de guerra i de municiones por los aliados i por los neutrales, que comienza en 1915, hizo crecer rápidamente estas necesidades. Entre los aliados el aprovisionamiento se hizo sin ninguna dificultad: los rusos tuvieron el mineral del Cáucaso i de Nikopol; los ingleses, los franceses i los italianos fueron abastecidos principalmente por la India.

Inglaterra ha importado:

1915.....	372,712 tons.
1916.....	439,509 »
1917.....	344,000 »
1918.....	365,606 »

Estas cifras son sensiblemente inferiores a la cifra de importacion en 1913 (601,177 tons). La casi totalidad del mineral importado, durante la guerra, provenia de la India, 295,230 tons. en 1918; solamente algunos millares de toneladas fueron suministrados por España, Brasil, Africa del Sur i Oeste africano (Nigeria i Côte d'Or).

La cantidad de aleaciones (ferro-manganeso, spiegel i ferro-silicio) esportadas disminuyó en la misma proporcion que la de los minerales importados.

En 1913.....	178,919 tons. (1)
1915.....	102,938 »
1916.....	127,331 »
6 meses de 1917.....	38,001 »
6 meses de 1918.....	37,596 »

A continuacion del singular crecimiento del flete i de sus precios elevados, los yacimientos de manganeso de baja lei del pais de Gales, Cornouailles i de Devonshire atrajeron sobre ellos atencion; a fines de 1912 se trató de organizar su explotacion (la produccion de las minas inglesas fué de 5,140 tons. en 1916.).

Es en esta época (principios de 1917) cuando se creó en el Ministerio

(1) Estas cifras no comprenden los productos acumulados en los almacenes del Gobierno ni los cargados en los buques requisicionados para el servicio de guerra.



de Municiones, bajo la direccion de Sir Lionel Philipps, un nuevo departamento destinado al estudio del sistema de explotacion de los recursos minerales del reino, distintos del carbon i el fierro, i que tuvieran un valor especial para la guerra.

En FRANCIA la importacion de minerales disminuyó sensiblemente a principios de la guerra; se intensificó la explotacion de minas de Romanèche, la produccion de las cuales fué entregada a las fábricas del Creusot. Las cifras de importacion del mineral de manganeso en Francia durante los últimos años de guerra son las siguientes:

1916.....	58,658 tons. métricas	
1917.....	77,356 »	»
1918.....	59,296 »	» (57,400 de la India).

Recuérdese que antes de la guerra, las importaciones alcanzaban cerca de 250,000 tons. Entre los países que no entraron sino tardíamente en el conflicto armado, los Estados Unidos eran el único gran consumidor de manganeso, quienes puestos en la imposibilidad, desde el principio de la guerra, de aprovisionarse de minerales del Cáucaso i la India se aprovecharon de las minas del Brasil i se ocuparon en acrecentar la produccion para satisfacer a la demanda. Importaron igualmente bastante cantidad de minerales de Cuba i trataron de procurárselos de diversos países de América Latina (Costa Rica, Panamá, Méjico, Ecuador, Chile, etc.) La mayor parte de las pequeñas minas del país, en las cuales ántes de la guerra la produccion era insignificante, fueron considerablemente desarrolladas.

Notamos a este respecto que si los Estados Unidos eran pobres en minerales de manganeso propiamente dichos, poseen, en cambio, grandes cantidades, los minerales de fierro mangenífero. He aquí, por otra parte, las cifras de la produccion para una i otra categoría de minerales:

Años	Mineral de alta lei (1) (superior 40%)	Mineral manganífero (inferior a 40%)
1913.....	4,048 tons.	672,146 tons.
1914.....	2,635 »	445,827 »
1915.....	9,700 »	801,290 »
1916.....	270,000 »	548,803 »
1917.....	114,216 »	1,050,000 »
1918.....	304,000 »	1,356,000 »

(1) El Estado de Montana (distrito de Butte i de Philipsburg) queda a la cabeza de los productores; en 1918 ha dado mas de los dos tercios de la produccion total del país. Los otros Estados productores quedan en el siguiente orden: California, Nevada, Arizona, Virginia, Arkansas, Georjia, Utah, Tennessee, Colorado, New Mexico, Carolina, Alabama, Texas.



Gracias a los esfuerzos hechos en todos los campos de explotación del nuevo mundo, muy especialmente el Brasil, los Estados Unidos aumentaron en 1916 inmensamente, con relación al tiempo de paz, sus importaciones de minerales de manganeso, a pesar de no traerse del Cáucaso i de la reducción de exportaciones de la India. Las cifras de importación son:

1913.....	345,000 tors.
1914.....	283,000 »
1915.....	320,000 »
1916.....	576,000 »
1917.....	630,000 »
1918.....	491,000 »

Por primera vez, en 1916 la importación de los Estados Unidos sobrepasó a la importación inglesa.

El Brasil es el país que contribuye con la mayor cifra a la importación.

Para los exportadores tenemos la siguiente distribución:

	1917	1918
Brasil.....	512,500 tors.	345,877 tons.
India.....	49,000 »	29,275 »
Cuba.....	44,500 »	82,974 »

El resto proviene, en su mayor parte, de la América Central i del Japon.

En 1918 se hizo sentir el efecto del enorme aumento en la producción de las minas indíjenas; la importación del mineral brasilero fué reducida i este tonelaje se encontró así libre para ser transportado a Europa en los momentos precisos en que la ayuda americana debía ser decisiva en la solución de la guerra.

Siendo incierto el aprovisionamiento de los países europeos, en aleaciones de manganeso, los Estados Unidos desarrollaron por medio de sus industrias, la fabricación de estos productos, para lo cual construyeron numerosos hornos eléctricos.

He aquí la cifra de producción de ferro-manganeso i de spiegeleisen:

Años	Ferromanganeso	Spiegeleisen
1913.....	119,496 tons.	110,338 tons.
1914.....	106,083 »	79,935 »
1915.....	146,542 »	93,282 »
1916.....	221,532 »	194,002 »
1917.....	257,842 »	188,852 »
1918.....	345,306 »	249,000 »



Actualmente los Estados Unidos están a la cabeza de los productores de aleaciones de fierro; fabrican, en especial mas que en ninguna otra parte del mundo el ferro-manganeso, i se puede prever que en el futuro sustituirán a Inglaterra en el suministro de sustancias de fierro a la industria canadiense.

La importacion de aleaciones manganesas, que ascendian por término medio a 100,000 tons. por año, ántes de la guerra (128,000 tons. en 1913), ha disminuido mucho; las estadísticas de importacion nos muestran lo siguiente:

En 1914.....	85,000 tons.
1915.....	55,000 »
1916.....	91,000 »
1917.....	45,000 »

El ejemplo de Alemania mortificada por la falta de manganeso causó cierta alarma en los Estados Unidos durante los años 1915 i 1916. Envuelto en un conflicto armado i no poseyendo la supremacía de los mares, este poderoso pais industrial, que dependia casi completamente del extranjero para su aprovisionamiento en mineral de manganeso, debió encontrarse en una situacion difícil. Los jefes de su industria propusieron para prevenirse a toda eventualidad acumular enormes stocks i se esforzaron al mismo tiempo, como lo hacian en esta época en Alemania, en encontrar un sustituto al manganeso en la fabricacion del acero. El precio elevado del manganeso estimuló las investigaciones en este sentido: en lugar del manganeso se utilizó como desoxidante el silicio, el aluminio, el magnesio, el calcio, el sodio i el vanadio; pero la mayor parte de estos elementos tienen el inconveniente de formar óxidos insolubles o infusibles que son retenidos por el acero. Entre las combinaciones propuestas, es necesario mencionar una aleacion fierro-carbono-titano que habria dado buenos resultados, así tambien se ensayó con éxito el empleo del carburo de calcio como sustituto parcial del ferro-manganeso en la «Stavanger Steel Works» (Noruega).

Ademas, se hicieron ensayos para concentrar los minerales de baja lei i dejarlos aptos para formar ferro-aleaciones ricas; pero en los minerales de manganeso la mezcla entre las partes ricas i las gangas es tan íntima que los procedimientos ordinariamente utilizados para este objeto no dieron resultado en este caso.

En fin, se emprendió una campaña con el propósito de lograr que el empleo de los ferro-manganeso de alta lei, se redujera lo mas posible i se limitara a la fabricacion de ciertas calidades de aceros mui poco carburados. En los demas aceros: los fierros pobres, el spiegeleisen i el spiegel silicoso (Mn+Si) debian emplearse los sustitutos. Aun la lei del ferro-manganeso habia sido, por otra parte, bajada de 80 a 70% de Mn. Se pro-



conizó también que la «American Society for Testing Materials» estableciera un nuevo pliego de cualidades para el acero, introduciéndose reducciones en las leyes de manganeso.

Gracias a los esfuerzos persistentes desarrollados tanto por la industria minera del país para aumentar la producción de mineral como por la industria metalúrgica para utilizar con rendimiento máximo las materias primas, se podía declarar en Washington en Octubre de 1918 que si las importaciones de mineral de manganeso llegaban a suspenderse, la producción indígena podría satisfacer las necesidades estrictas del país. He aquí una bella manifestación de la prodijiosa actividad desplegada durante la guerra por nuestros aliados de América.

Entre nuestros enemigos la situación creada por la guerra fué singularmente más difícil: Alemania no poseía más que pequeños yacimientos de mineral de baja ley, la producción de los cuales antes de la guerra era poco importante; i sus aliados no se encontraban en mejores condiciones que ella. En el curso de la guerra se discutió estensamente la cuestión de saber como resolvió Alemania el problema de continuar su producción de acero, punto de capital importancia para su industria guerrera, ya que tenía cortados sus aprovisionamientos en minerales de manganeso. Se debe recordar que este país había aumentado sensiblemente su importación de mineral durante 1913 i a principios de 1914; nuestros enemigos poseían pues probablemente stock de vasta importancia i encontraron mucho mineral en las fábricas belgas i francesas como así también en el puerto de Amberes. Pero esto no podía bastar para más de cuatro años de guerra; es cierto que al principio de la guerra i talvez aun después que el bloqueo fué estrechado, los alemanes se abastecieron del mineral desembarcado en Rotterdam.

También ellos han desarrollado sus pequeñas explotaciones. Los yacimientos de mineral de manganeso, propiamente dichos, están casi agotados i no suministraban antes de la guerra sino algunos centenares de toneladas de mineral pulverulento a la industria química i a la vidriería; estos yacimientos estaban situados en Hesse, Saxe Gotha i Waldeck. Por lo contrario, las reservas de hierro manganesífero, que contenían manganeso entre 1 i 28% eran importantes; los principales yacimientos son los del país de Siegen. Pero esos minerales pobres sólo convienen para la fabricación de spiegeleisen o de pequeñas barras del 30 a 40% Mn. El Cónsul de los Estados Unidos en Brunswick, contaba que a fines del año 1917 la aldea de Adenslidt había sido destruida para facilitar la explotación de un yacimiento de mineral a 22% Mn.

En terrenos de sus aliados, los alemanes tuvieron a su disposición algunas minas húngaras de muy poca importancia. Las explotaciones de Lienne en Bélgica, que tuvieron hace algunos años cierta prosperidad pero que sucesivamente fueron clausuradas antes de la guerra a causa de la



enorme concurrencia de los grandes productores del Cáucaso i de la India fueron visitadas por técnicos alemanes; nuestros enemigos trabajaron en ellos durante cierto tiempo hácia fines del año 1916.

Es muy probable que a esta iniciativa esté relacionada la noticia que dieron los diarios ingleses a fines del año 1917 sobre el descubrimiento de un yacimiento de manganeso en el Luxemburgo Belga i las tentativas de negociacion de nuestros enemigos, con el propietario del terreno i con las autoridades locales para obtener las concesiones deseadas.

Otro yacimiento importante de manganeso fué encontrado por nuestros enemigos en las enormes cantidades de escoria de la fabricacion de fierro-manganeso, anteriormente abandonadas; éstas, tratadas por el horno eléctrico, dan fierros de 60% de Mn, 20% de Si i 7% de carbono. Pero, se debe suponer ademas que los metalurjistas alemanes han sustituido por otro compuesto el fierro-manganeso en la fabricacion del acero; han debido desoxidar por el fierro-silicio i el fierro-spiegel, i talvez han ensayado con éxito otras aleaciones, las composiciones de cuales se han mantenido en secreto.

A pesar de la ingeniosidad desplegada por los alemanes para hacer frente a las dificultades resultantes del bloqueo, en lo que respecta al mineral de manganeso, se levantaron quejas en Holanda respecto a la calidad de aceros fabricados por la Alemania durante la guerra.

El Cónsul federal del Imperio pasó, en Marzo de 1917, una circular autorizando al Canciller imperial para que crease un organismo que cuidara el cateo i la explotacion de los yacimientos de minerales de manganeso i de los minerales de fierro poco fosforados. El Canciller revistió de estos poderes a la Compañía de Minerales de Manganeso de Berlin.

Despues de la paz con Rusia bolchevisque, la Alemania debe haber logrado hacerse entregar mineral caucásico.

### C. PRECIO DEL MINERAL DE MANGANESO I SUS ALEACIONES

El conflicto europeo tuvo por consecuencia hacer subir rápidamente el precio del mineral i de las aleaciones manganosas. La unidad de mineral que se pagaba en Lóndres a razon de 9 a 10 peniques ántes de la guerra, ha subido a 2 s. 4 peniques o 2 s. 5d. en 1916; despues a 3d. en 1917; i era de 3 s. 6d. a 3 s. 7 d. a la fecha del armisticio. En Nueva York, la tonelada de mineral de 50% ha subido de 9 a 10 dolar en 1914 a 32 o 33 dolars en 1916 i a 50 dolars durante el verano de 1917; en Junio i Octubre de 1918 se pagó 1.30 dolar a 1.35 dolar la unidad por mineral de 48-49% Mn. precio establecido a continuacion de un acuerdo producido entre la «War Industries Board» i la «American Iron and Steel Institute». El término de las hostilidades hizo bajar las cotizaciones; durante el verano de 1919 la unidad se pagó en Lóndres de 25 a 28 d. i en Nueva York de 50 a 60 cents. 010.



En cuanto a las aleaciones manganosas, sus precios aumentaron paralelamente, a los del mineral; el ferro-manganeso que valia 37 a 38 dólares en Nueva York en 1913, aumentó a 175 dólares a fines de 1916, después cuando la entrada de los Estados Unidos a la guerra se hizo inminente; se pagó 200, 300 i aun 400 dólares por entrega inmediata; cayó a 250 dólares a fines de 1917, el precio fué fijado a esta cifra por el control oficial para 1918. En Inglaterra los precios fueron impuestos desde 1917 por el control del Gobierno; 25 libras esterlinas para el consumo interior, 32 a 35 libras esterlinas mas o ménos para la esportacion de 1917 i 1918.

En Rusia después de la clausura de las salidas del mineral del Cáucaso i de Nikopol se manifestó el fenómeno inverso. A principios de 1916 el precio del mineral caucasiaco cayó a 8-9½ kopecks la «poud» (36 libras), es decir, 12,25—14,75 la tonelada; se elevó a fines de 1916 a 30-22 kopecks, es decir, a 30,50-33,50 la tonelada.

El alza de los precios es uno de los factores que han determinado la valorizacion i el desarrollo de un gran número de yacimientos de variada riqueza en las diferentes partes del mundo i que han excitado la actividad de los cateos de nuevos yacimientos. Los ingleses dieron valor a los ricos yacimientos del Oeste Africano (Nigeria), de los cuales se esportó mineral a partir de Setiembre de 1916; un año después, la esportacion de estos minerales (de 52% Mn término medio) alcanzó a 25,000 tons. En el Sur de Australia se descubrió a principios de 1917 un yacimiento de alta ley, situado a 75 millas de Port Augusta. En Rusia, a pesar de la abundancia del mineral del Cáucaso i de Nikopol, se inició la esplotacion, poco ántes de la caída del régimen zarista, un yacimiento situado en el distrito de Gaisinsk (Podolie), a 221 millas de Odessa.

En cuanto a los americanos, han hecho cateos durante toda la guerra en la América Central i en el norte de la América del Sur: se iniciaron esplotaciones en Cuba, en Costa Rica (distrito de Playareal), en Ecuador i en Perú, etc.

Recuérdese además los esfuerzos que se hicieron para acrecentar la produccion indijena en Alemania, Inglaterra, Francia, i en fin en Estados Unidos, donde el desenvolvimiento de la produccion fué verdaderamente notable.

J. THOREAU,

Profesor de la Universidad de Lovaina.

(Continuará).





## Remocion del cerro Sacramento <sup>(1)</sup>

---

Uno de los mas importantes proyectos mineros que hoi hai en ejecucion, en el Suroeste, es, podemos así decirlo, el emparejamiento del cerro «Sacramento», en Bisbee, Estado de Arizona.

Los trabajos son hechos por la «Copper Queen», rama de la «Phelps Dodge Corporation»; de ellos se van a obtener aproximadamente 25.000,000 de toneladas de minerales de cobre de baja lei, minerales que están contenidos en toda la montaña.

Dentro de veinte años este centinela del distrito de Warren va a ser enteramente borrado i el volúmen de su contenido se enviará a la fundicion o a los molinos. Alrededor de un billon de libras de cobre se van a sacar con este proceso.

---

(1) Adaptado del «Mining and Scientific Press» por Eduardo Nef Aguirre.



Fig. 1.—El cerro «Sacramento», en Bisbee, en Octubre de 1917.



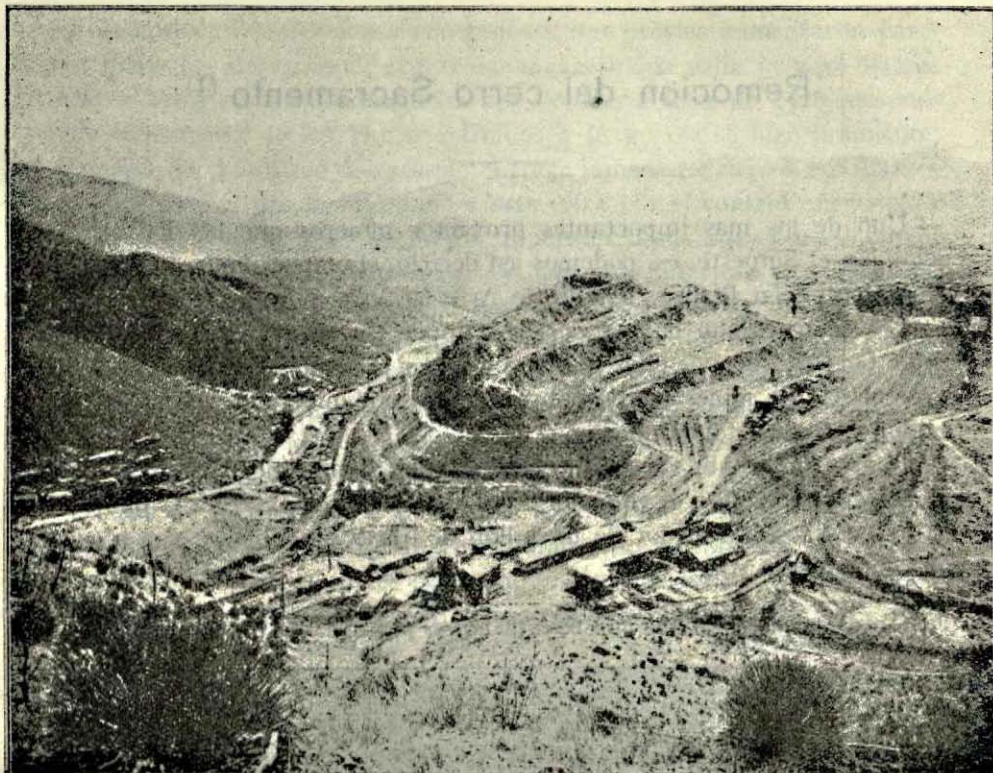


Fig. 2.—El mismo cerro fotografiado en Octubre 1920 mas o menos del mismo punto de donde se tomó la de mas adelante.

Desde que en 1917 se empezaron los trabajos, se han removido mas de 5.500,000 yds. cubs. de material. Cuando los trabajos ya hayan concluido en el sitio del cerro, habrán dos pozos: uno mas o menos de 1,500 piés de diámetro por 420 piés de profundidad, el otro de 2,200 a 1,500 piés por 440 de hondura. Estas dimensiones podemos fijarlas de acuerdo con datos obtenidos por la exploracion a profundidad que se ha hecho con los taladros.

La cantidad total que debe removerse alcanzará alrededor de 40.000,000 de yardas cúbicas i poco menos de un tercio de este volúmen será de mineral. Se estima que se necesitarán 16 años para completar totalmente el trabajo.

Se emplean en las labores siete palas a vapor, que están servidas por 15 locomotoras «Dinkey» para el acarreo de 225,000 yds. cúb. mas o menos por mes.

Para esplotar el cerro se van a hacer escavaciones a cielo abierto, en escalones horizontales (véase fig. 2) que tienen 60, 45 i 35 piés de altura sucesivamente. Se tenderán alrededor de 16 millas de líneas férreas para



conectar estas escavaciones con los sitios para los desmontes i con la planta concentradora.

El mineral que proviene del cerro va a ser separado en tres clases: Todo el que contenga mas de  $3\frac{1}{2}$  % de cobre se enviará directamente a la fundicion; el que tenga entre 1% i  $3\frac{1}{2}$  pasará a la concentracion i cuando la lei sea inferior a 1% se aplicará el procedimiento de lixiviacion en pilas.

El concentrador i la planta de molienda están ahora en construccion. La razon de concentracion será mas o ménos 4 : 1 i los concentrados darán entre 7 i 8% de cobre.

La destruccion del cerró Sacramento exigirá la demolicion de la Planta de Fuerza estable de la «Copper Queen», que está ubicada en una de las laderas del cerro. Para reemplazarla la Compañía ha terminado la construccion de una línea de trasmision de fuerza desde la fundicion en Douglass, hasta las minas en Bisbee, que trasportará 4,000 Kw. Tambien se instalará una auxiliar con máquina Diesel: dos de 1,000 HP i dos de 2,000 HP. Las obras acarrearán tambien el abandono del pique «Sacramento» que actualmente es usado como principal de estraccion para los trabajos bajo la superficie i se le sustituirá por el pique «Dallas».



## Situacion de los mercados de Minerales, Metales i Combustibles

*Valparaiso, 16 de Diciembre de 1920.*

### COBRE EN BARRAS

El mercado de cobre Standard demostró un poco mas firmeza al principio de la quincena i debido al estado sensitivo del mercado, un pequeño movimiento de compras fué suficiente para mejorar los precios, especialmente al contado que alcanzó a £ 81.10.0 el día 8, pero debido a la ausencia de demanda para entregas a 3 meses el precio de éste bajó a un tipo menor que la cotizacion al contado. Desde esa fecha el mercado ha seguido mui tranquilo con poca demanda, i los precios han declinado hasta llegar a £ 75.10. tanto al contado como para tres meses. Se espera que de un momento a otro pueda venir una reaccion en vista de que las existencias de reserva de los consumidores se cree son mui pequeñas i las necesidades de la industria no han sido totalmente cubiertas.



El mercado Norte Americano no ha esperimentado gran cambio, las ventas efectuadas últimamente han sido mui pequeñas, i los tenedores de metal esperan ansiosos un desarrollo en la demanda despues del largo período de tranquilidad. El cobre se cotiza de 14.50 a 14.75 centavos la libra.

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

El día 3 del pte.	£ 79.15.0	al contado i	£ 80.0. 0	para tres meses
» » 4 » »	79.15 0	»	79.10. 0	» » »
» » 7 » »	80.10 0	»	80. 0. 0	» » »
» » 8 » »	81.10. 0	»	81. 5. 0	» » »
» » 9 » »	79.15. 0	»	79. 7. 6	» » »
» » 10 » »	77.15. 0	»	77.10. 0	» » »
» » 13 » »	76.15. 0	»	76.10. 0	» » »
» » 14 » »	75.15. 0	»	75.10. 0	» » »
» » 15 » »	75.10. 0	»	75.10. 0	» » »

Cerrando hoi 16 del presente a £ 75.5.0 para entrega al contado i tres meses.

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

Las esportaciones de Chile hasta el 30 de Noviembre de 1920 ascienden a 51,322 toneladas o sea un aumento de mas o ménos 8,056 toneladas comparado con lo esportado el año anterior en esta misma fecha.

#### 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 DEL 16 DE DICIEMBRE DE 1920 A LAS 5 P. M.

*Cobre en barras* Por quintal métrico  
moneda corriente

Puesto a bordo con flete de 130 /—..... \$ 133.95

#### *Ejes de Cobre*

50% puesto a bordo con escala de 133 centavos..... » 58.55

#### *Minerales de cobre*

10% puesto a bordo con escala de 73 centavos..... » 6.29½

Standard: £ 75.5.0.....Cambio: 9-31/32 d.



NOTA.—En vista del considerable aumento del costo de producción, tanto en la materia prima como en los jornales, nos hemos visto obligados a disminuir de 53% a 47% la parte de cobre que corresponde a los mineros.

## SALITRE

Los últimos arreglos entre la Asociación de Productores de Salitre i los productores alemanes ha terminado favorable bajo las siguientes condiciones:

Los productores alemanes tenían todavía para vender 89,000 toneladas durante el período que resta del año salitrero, sobre esta cantidad la Asociación ha convenido pagarles 3/6 por quintal para así subir el bajo término medio de los Productores alemanes al mismo nivel que el de la Asociación que es de más o menos 16/4. El pago total es de £ 342,650.00, de manera que los Productores de la Asociación tendrán que sacrificar 236,159 peniques por quintal de todas las ventas hechas hasta la fecha para el presente año salitrero. También se ha convenido que si la Asociación efectúa nuevas ventas para entregas hasta 30 de Junio de 1921, los productores alemanes participarán de ellas de acuerdo con su capacidad productiva, pero devolverán a la Asociación 3/6 por quintal en la cantidad que les corresponde a ellos.

No ha habido demanda durante la pasada quincena i el mercado ha continuado siempre paralizado.

Un pequeño lote ordinario entrega pronta se ha vendido a 12/11 en un puerto especial. De Enero a Marzo el precio vendedor es de 13/—.

La producción durante Noviembre fué de 4.761,800 quintales, demostrando así un aumento de 1.798,400 quintales comparado con lo elaborado el año anterior en esta misma fecha cuando habían 44 oficinas menos que trabajaban.

Lo esportado el mes pasado fué de 3.581,900 quintales comparado con Noviembre de 1919 que fué de 2.085,700.

Lo producido i esportado durante los primeros once meses en los últimos 4 años se compara como sigue:

Años	Produccion qtls.	Esportacion qtls.
1917.....	59.440,700	55.206,100
1918.....	56.749,900	60.109,100
1919.....	32.927,000	13.644,000
1920.....	49.929,800	53.919,100

## ORO

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



El día 3 del pt. 102	%.	Cb. 20 9/16 d.	El día 10 del pt. 104.80%	Cb. 20 7/16 d.
» » 4 » » 107	%	» 20 1/2 d.	» » 11 » » 104.50%	» 20 5/8 d.
» » 7 » » 105.50%	%	» 20 9/16 d.	» » 14 » » 103.50%	» 20 1/2 d.
» » 6 » » 102.50%	%	» 20 1/2 d.	» » 13 » » 105.50%	» 20 1/2 d.
» » 9 » » 100.50%	%	» 20 3/8 d.	» » 15 » » 103.60%	» 20 3/8 d.

Cerrando hoi 16 del presente a las 5 P. M., a 103.50%. Cambio 20 1/2d.

#### CAMBIO

El cambio abrió el día 3 del presente a 10 1/8d. i bajó a 9 7/8d. al día siguiente, pero el 6 subió a 9 31/32d. i a 10d. el día 7, quedando a éste hasta el día 9. El día 10 continuó subiendo marcando 10 1/32d i 10 1/16d. el día 11, quedando a este tipo hasta el 13, pero el 14 bajó nuevamente a 9 15/16d quedando sin variacion el día 15.

El cambio cierra finalmente hoi 16 del presente a las 5 P. M., a 9 31/32d. para letras de primera clase sobre Lóndres a 90 días vista. Letras pagaderas en oro a 20 12d. El Banco de Chile jira a 9. 29/32d.

#### CARBON

No se han efectuado ventas de importancia durante la pasada quincena, solamente se han colocado pequeños lotes para las carboneras de algunos vapores en los puertos del Norte.

El día 14 de Diciembre los FF. CC. del Estado pidieron propuestas por las siguientes partidas de carbon para el consumo del año próximo:

Para Valparaiso.....	60,000 toneladas
Para San Antonio.....	90,000 »
» Concepcion.....	50,000 »

i 50,000 toneladas distribuidas entre Chañaral i Papudo.

Las siguientes ofertas se han hecho:

20,000 toneladas carbon chileno en carros Concepcion \$ 59.80 m./c.

60,000 toneladas carbon chileno en depósitos FF. CC. de Valdivia

\$ 55.000,57.

50,000 toneladas carbon americano puesto a bordo Valparaiso \$ 19.50 dollars Americano.

50,000 toneladas carbon americano distribuido entre Chañaral i Papudo, a precios que varian entre \$ 19.50 i \$ 23.50 dollars Americano.

10,000 toneladas australiano bordo Caldera \$ 76.67 oro chileno.

4,000 toneladas australiano bordo Coquimbo \$ 76.67 oro chileno.

25,000 toneladas carbon australiano bordo Valparaiso \$ 73.33 oro chileno.



Hasta ahora no hemos tenido noticias si el Gobierno va a aceptar algunas de estas propuestas.

Cotizamos Americano a 95/— a 110/—, Australiano a 120/—i Nacional nominal segun puertos, marcas i fechas de entrega.

PLATA EN BARRAS

La cotizacion para entrega a tres meses recibida de Lóndres fué de 41 7/8d.

Cotizamos la plata agria a \$ 30.65 por marco o \$ 133.26 por kilógramo fino puesto a bordo con cambio de 9 31/32d.

Indice jeneral del Boletin de la Sociedad Nacional de Minería desde el 15 de Diciembre de 1883 al 31 de Diciembre de 1910

(Continuación)

.....	152	822
.....	151	821
.....	150	820
.....	149	819
.....	148	818
.....	147	817
.....	146	816
.....	145	815
.....	144	814
.....	143	813
.....	142	812
.....	141	811
.....	140	810
.....	139	809
.....	138	808
.....	137	807
.....	136	806
.....	135	805
.....	134	804
.....	133	803
.....	132	802
.....	131	801
.....	130	800
.....	129	799
.....	128	798
.....	127	797
.....	126	796
.....	125	795
.....	124	794
.....	123	793
.....	122	792
.....	121	791
.....	120	790
.....	119	789
.....	118	788
.....	117	787
.....	116	786
.....	115	785
.....	114	784
.....	113	783
.....	112	782
.....	111	781
.....	110	780
.....	109	779
.....	108	778
.....	107	777
.....	106	776
.....	105	775
.....	104	774
.....	103	773
.....	102	772
.....	101	771
.....	100	770
.....	99	769
.....	98	768
.....	97	767
.....	96	766
.....	95	765
.....	94	764
.....	93	763
.....	92	762
.....	91	761
.....	90	760
.....	89	759
.....	88	758
.....	87	757
.....	86	756
.....	85	755
.....	84	754
.....	83	753
.....	82	752
.....	81	751
.....	80	750
.....	79	749
.....	78	748
.....	77	747
.....	76	746
.....	75	745
.....	74	744
.....	73	743
.....	72	742
.....	71	741
.....	70	740
.....	69	739
.....	68	738
.....	67	737
.....	66	736
.....	65	735
.....	64	734
.....	63	733
.....	62	732
.....	61	731
.....	60	730
.....	59	729
.....	58	728
.....	57	727
.....	56	726
.....	55	725
.....	54	724
.....	53	723
.....	52	722
.....	51	721
.....	50	720
.....	49	719
.....	48	718
.....	47	717
.....	46	716
.....	45	715
.....	44	714
.....	43	713
.....	42	712
.....	41	711
.....	40	710
.....	39	709
.....	38	708
.....	37	707
.....	36	706
.....	35	705
.....	34	704
.....	33	703
.....	32	702
.....	31	701
.....	30	700
.....	29	699
.....	28	698
.....	27	697
.....	26	696
.....	25	695
.....	24	694
.....	23	693
.....	22	692
.....	21	691
.....	20	690
.....	19	689
.....	18	688
.....	17	687
.....	16	686
.....	15	685
.....	14	684
.....	13	683
.....	12	682
.....	11	681
.....	10	680
.....	9	679
.....	8	678
.....	7	677
.....	6	676
.....	5	675
.....	4	674
.....	3	673
.....	2	672
.....	1	671



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

(Conclusion)

	PÁJS.
Nómina de los Agrimensores, Ensayadores jenerales, Injenieros Jeólogos de Minas i Civiles graduados en la Universidad de Chile desde 1838 a 1895 (1896).....	119
Nota de la Intendencia de Atacama al Ministro de Hacienda transcribiendo el informe del Injeniero señor Juan de D. García sobre el modo como se llevan los trabajos en las minas de Chañaral (1885).....	309
Nota a fin de uniformar las bases de las concesiones hechas a los particulares de las sustancias minerales a que se refiere el artículo 3.º del Código de Minería (1885).....	373
Nota sobre un instrumento para reproducir a voluntad una cantidad invariable de electricidad (1886).....	528
Notas eléctricas (1888).....	819
Nota del Ministro de Chile en Francia.—Reseña de la situacion actual de algunos minerales (1897).....	495
Nota sobre la Exposicion de California (1898).....	174
Nota sobre la aglomeracion de las lignitas terrosas (1918).....	106
Notas sobre el progreso de la metalúrgia del fierro i del acero (1904)	129
Notas sobre ensayos de plata, oro, plomo, estaño i cobre (1907)...	275
Id. id. (1916).....	121
Notas mineras (1911) [ pájs. 373, 465, 513, 650 i.....	697
Id. id. (1912).....	142



Notas sobre el estado actual de la metalúrgia termo-eléctrica en Europa (1913).....	326
Notas acerca de la ventilacion de minas de carbon (1915).....	149
Noticia de un nuevo sulfato de hierro natural (1887).....	735
Noticias sobre el cobre (1884).....	53
Noticias sobre algunos sulfatos de hierro de Atacama (1888)....	862
Noticias mineras (1889).....	475
Id. id. (1890) pájs. 31, 47, 73, 103, 140, 170, 211, 247, 293, 338, 397 i.....	436
Id. id. (1891) pájs. 25, 54, 85, 104, 125, 149 i.....	183
Noticias científicas (1891) pájs. 144, 199 i.....	231
Id. id. (1892) pájs. 7, 28, 51, 78, 100, 126, 184, 190, 203, 228, 254 i.....	273
Id. id. (1893) pájs. 12, 27, 50, 73, 97, 111, 139, 160, 182, 213, 257 i.....	292
Id. id. (1894) pájs. 11, 46, 73, 104, 144, 196, 249, 315, 360, 401, 426 i.....	446
Id. id. (1895) pájs. 6, 34, 57, 93, 110 i.....	140
Noticias industriales (1891).....	215
Noticias químico mineras (1892).....	205
Noticias diversas (1897).....	553
Id. id. (1899).....	183
Id. id. (1906).....	198
Noticias sobre Collahuasi (1910).....	415
Nuestra industria (1892).....	167
Nuestro Museo Mineralógico (1891) pájs. 91, 111 i.....	135
Nueva Lei Inglesa de Patentes; La (1884).....	52
Nueva perforadora (1884).....	63
Nueva clase de guano; Una (1886).....	406
Nueva perforadora para minas de carbon; Una (1891).....	92
Nueva Oficina salitrera (1893).....	110
Nueva estraccion del oro i de la plata por los cianuros alcalinos; Una (1896) pájs. 150 i.....	162
Nueva Lei relativa a la constitucion de la propiedad salitrera (1906).....	86
Nueva aplicacion del salitre; Una (1909).....	254
Nueva especie mineralógica del plomo (1919).....	695
Nuevas tendencias con relacion al aprovechamiento de las fuerzas hidráulicas en paises modernos (1910).....	196
Nuevas bases para el establecimiento de la industria siderúrgica en Chile (1916).....	451
Nuevas explotaciones de hierro en España (1916).....	473



Nuevo sistema de avaluar los minerales de cobre i repartir el pago entre los contribuyentes (1884).....	79
Nuevo descubrimiento de plata en Australia (1885).....	232
Nuevo procedimiento de ensayar minerales de oro (1886).....	525
Nuevo horno de llama invertida para fundir metales (1886).....	561
Nuevo metal, Un (1887).....	612
Nuevo mineral de oro «Remolinos»; El (1888).....	799
Nuevo procedimiento para la fabricacion de albayaide (1889).....	344
Nuevo ensaye volumétrico de minerales productos de plomo por medio del molibdato de amoníaco (1893).....	96
Nuevo decreto reglamentario de las concesiones de privilejios esclusivos (1906).....	91
Nuevo i poderoso factor para la industria minera (1906).....	276
Nuevo procedimiento para obtener fuerza motriz (1908).....	95
Nuevo beneficio eléctrico de los minerales de cobre (1909).....	287
Nuevo reglamento de derecho de aguas i electricidad en la Suiza; El (1910) pájs. 504 .....	563
Nuevo proceso para recopilar el oro por medio de la volatilizacion; Un (1913).....	516
Nuevo sistema de perforacion (1918).....	168
Nuevos mercados del cobre (1885).....	207
Nuevos métodos de elaborar minerales de cobre (1885).....	258
Nuevos usos del bórax (1886).....	449
Nuevos minerales chilenos (1893).....	93
Nuevos apuntes sobre el tratamiento de los minerales oxidados de cobre; por la vía húmeda (1895).....	247
Nuevos adelantos de la fabricacion del coke i sus consecuencias (1899).....	142
Nuevos puntos de vista en la fabricacion eléctrica de acero (1917).....	333

## AUTORES

Newmann, Q. (1896) pájs. 139 i.....	155
Nolf, Andres L. (1895).....	394
Id. id. (1886) pájs. 401 i.....	407

## Ñ

Ñecles, maritatas o cribas de manc (1911).....	382
--	-----



## O

	PÁJS.
Objeciones a la reforma proyectada (1884).....	65
Obreros mineros, metalúrgicos e industriales; inmigración a Chile.— Comision dada al señor Cárlos Vattier (1904).....	114
Obreros en los beneficios segun Taylor; La participacion de los (1918)	97
Obsequio de don Ramon Cruz a la Sociedad Nacional de Minería (1907).....	498
Observaciones sobre algunos puntos de la jeolojía de Chile (1885).	386
Id. id. (1886).....	400
Observaciones prácticas sobre ensayos mineralójicos (1893).....	162
Observaciones sobre la aplicacion del cianuro de potasio a mine- rales arjentíferos ricos en zinc (1893).....	290
Observaciones sobre los minerales auríferos del Guanaco (1896)...	202
Observaciones a la Circular N.º 13 de la Asociacion Salitrera de Propaganda i fabricacion del perclorato puro (1897).....	590
Observaciones críticas a la Estadística Comercial (1899).....	289
Id. id. (1900).....	289
Observaciones sobre el Código de Minería vijente en Chile (1901) pájs. 129 i.....	161
Observaciones a los estudios económicos sobre los efectos de la Lei de 23 de Diciembre de 1897 en el progreso de la industria nacional (1901).....	287
Observaciones al Proyecto de Código de Minería (1901).....	364
Observaciones al informe presentado sobre la mina Poderosa de Collahuasi por el señor Hawxhurst (1907).....	533
Observaciones al artículo sobre yacimientos metalíferos del Doctor Steinmann-Bonn (1910).....	438
Octavo Congreso de Química Aplicada; Informe del Delegado de Chile al (1912) pájs. 518 i.....	529
Oficina de Liquidacion de Lóndres (1893).....	211
Oficina Central de Estadística.—Nueva Lei (1912).....	165
Oficinas Salitreras; Datos sobre el salitre i las (1905).....	594
Oficinas Salitreras; Fusion de pampas i (1908).....	241
Oficinas metalúrgicas de Italia; Movimiento industrial en 1913 de las minas, canteras i (1915).....	286
Operaciones necesarias en el sistema por lixiviacion Russell (1892).	56
Operaciones de los Altos Hornos; Uniformidad en las (1911).....	18
Obreros de las minas de carbon; Efecto útil de los (1919).....	717
Operaciones i direccion de las minas; El costo de (1912).....	175
Opinion acerca de Chile; Una (1890).....	140



	PÁJS.
Opinion acerca de nuestro BOLETIN; Una (1890).....	164
Opiniones sustentadas por el señor Santiago Marin Vicuña sobre nacionalizacion de nuestra industria minera; Crítica de las (1915)	445
Organizacion de las minas en los diversos paises (1884).....	23
Organizacion de un Cuerpo de Injenieros de Minas (1885).....	389
Organizacion de la Escuela Práctica de Minería de Copiapó (1885).	390
Organizacion de los servicios de minas i sobre la enseñanza de la minería en Francia; Informe sobre la (1903) pájs. 418 i.....	450
Id. id. (1904) pájs. 34, 107, 134, 232 i.....	271
Oríjen de las vetas metalíferas; El (1887).....	649
Oríjen de los depósitos de nitrato de soda (1887) pájs. 719 i.....	727
Oríjen de los petróleos norteamericanos (1891).....	52
Oríjen de la palabra «bronce» (1891).....	125
Oríjen del salitre chileno; Siempre la cuestion del (1905).....	74
Oríjen de las fuentes termales i su relacion con la accion volcánica en la formacion de los minerales (1907).....	74
Oríjen del salitre en Chile; El (1911).....	684
Id. id. (1912).....	49
Id. id. (1919).....	255
Oríjen del salitre chileno i algunas sales que lo acompañan; El (1919)	255
Oriol, Roman.—Necrolojía (1898).....	258
Oro i plata; El movimiento de (1884).....	81
Oro en la República Argentina; Minas de (1884).....	97
Oro en Australia; La lei de las minas de (1884).....	98
Oro; El.—Su importancia para el comercio i la industria (1884) pájs. III i.....	118
Oro i plata con el ausilio de la electricidad; La amalgamacion de (1884).....	143
Oro i plata en los Estados Unidos de Colombia; La produccion de (1885).....	224
Oro; Amalgamacion seca del (1885).....	224
Oro en Venezuela; La produccion de (1886).....	413
Oro; Nuevo procedimiento de ensayar minerales de (1886).....	525
Oro; La estraccion del (1886).....	532
Id. id. (1889).....	469
Id. id. (1890).....	210
Id. id. (1892) pájs. 231, 258 i.....	280
Id. id. (1893) pájs. 7 i.....	294
Oro i plata en los Estados Unidos; La produccion de (1886)....	570
Id. id. (1905).....	347
Oro del Sil; El (1887).....	634



	PÁJS.
Oro del Perú; Minas de (1887) pájs. 721, 731, 736, 745, 755 i....	762
Oro i plata; Produccion de (1888).....	828
Id. id. (1895).....	182
Id. id. (1899).....	57
Id. id. (1900).....	45
Id. id. (1903).....	357
Id. id. (1905).....	325
Oro i plata en los ingenios reales alemanes; Precios corrientes del (1889).....	397
Oro en Chile; El Código de Minería i la industria del (1890).....	133
Oro; Amalgamacion del (1890).....	245
Id. id. (1904) pájs. 145 i.....	182
Id. id. (1906).....	378
Oro en Chile; La industria del (1890) pájs. 263 i.....	364
Id. id. (1891) pájs. 6, 40, 64 i.....	95
Id. id. (1913).....	259
Oro i plata en el año 1889; Produccion total de (1891).....	99
Oro en el extranjero en 1889; Acuñacion de (1891).....	166
Oro; Un venero de (1892).....	109
Oro por medio del cianuro de potasio; Estraccion del (1892) pájs. 231, 258 i.....	280
Id. id. (1893) pájs. 7 i.....	294
Id. id. (1896).....	34
Oro del Transvaal; Las minas de (1893).....	55
Oro en las piritas; Estado del (1894).....	76
Id. id. (1897).....	60
Oro i plata; La formacion de algunos yacimientos de (1894).....	448
Oro en el mundo desde el Descubrimiento de América (1492-1894); Produccion de plata i (1895).....	181
Oro de Carelmapu.—Informe del señor Orrego Cortes (1895).....	229
Oro por el cianuro de potasio; Innovaciones en el procedimiento del beneficio del (1896).....	34
Oro en Africa del Sur; El (1896).....	83
Oro en las piritas cuando éstas se descomponen a la intemperie; Sobre el comportamiento del (1897).....	60
Oro de su disolucion de cianuro; La precipitacion eléctrica del (1897)	412
Id. id. (1919).....	50
Oro i plata para fines industriales en el año 1895; Consumo de (1897)	414
Oro en Lonquimai; El (1898).....	330
Oro; La produccion del (1899).....	57
Id. id. (1900).....	45



	PÁJS.
Oro; la produccion del (1903).....	357
Id. id. (1905).....	325
Oro en Australia en un mes; Produccion de (1899).....	147
Oro por la absorcion de la copelacion; Pérdida de (1899).....	149
Oro metálico en agua; Disolucion del (1899).....	217
Oro en el mundo; Produccion de (1900).....	30
Oro en los minerales; Sobre la manera de reconocer pequeñas cantidades de (1900) pájs. 79 i.....	117
Oro; Lavaderos de (1902).....	325
Oro, plata i cobre en Chile; Produccion de (1903).....	357
Id. id. (1905).....	325
Oro i su valor de las minas del Guanaco; Produccion de (1906).....	97
Oro en California; Dragaje de (1906) pájs. 332 i.....	409
Id. id. (1907).....	105
Oro segun los procedimientos Lagarrigue i Sutil; Amalgamacion del (1906).....	378
Oro en la rejion austral; El (1906).....	397
Oro i de la plata; Métodos metalúrgicos actuales del (1909).....	309
Oro; La industria del (1912).....	118
Oro de Putú; El (1912).....	399
Oro por medio de la volatilizacion; Un nuevo proceso para recopilar el (1913).....	516
Oro; Progreso de la metalurgia del (1914).....	414
Oro, plomo, estaño i cobre; Notas sobre ensayos de plata (1916).....	121
Oro en Tierra del Fuego; Dragado de (1917).....	517
Oro, la plata i el cobre, de las soluciones de cianuro; Precipitacion eléctrica del (1919).....	50
Oro i el padron del oro; La industria del (1919).....	203
Oro-platino; Una aleacion (1919).....	801
Otras empresas mineras (1885).....	289
Otra solucion técnica para los humos de Huelva (1888).....	19
Oxidacion de los sulfuros por medio de la corriente eléctrica (1891).....	38
Oxidacion del hidrójeno sulfurado disuelto en agua (1893).....	49
Oxígeno i de hidrójeno; Produccion comercial de (1885).....	323
Oxígeno por la calcinacion del clorato de potasio i por el clorato de potasio i el bióxido de manganeso; Preparacion del (1889).....	417
Oxígeno líquido i oxiliquita empleado en Alemania en grande escala; El esplosivo (1918).....	152
Oxiliquit; Un nuevo esplosivo (1900).....	267
Id. id. (1918).....	152



## AUTORES

	PÁJLS.
Ochsenius, Cárlos (1887) pájs. 727, 752, 757, 765 i.....	776
Id. id. (1888) pájs. 781 .....	789
Olaechea, T. (1893).....	294
Id. id. (1894).....	78
Oriol, Roman (1895).....	89
Orrego Cortes, Augusto (1888).....	3
Id. id. (1891).....	6
Id. id. (1898).....	214
Id. id. (1903).....	49
Id. id. (1906).....	61
Ortúzar Búlnes, Adolfo (1915).....	53
Ossa Lorca, Luis (1913).....	143
Ossa R., Manuel (1919).....	802
Ossandon, Frutos (1906) pájs. 37 i.....	68
Ovalle Vicuña, Félix (1906).....	118

## P

Padron Jeneral de Minas (1884) pájs. 114, 122, 130, 139, 145, 153, 161, 169, 177 i.....	186
Id. id. (1885) pájs. 210, 218 i.....	228
Id. id. (1894) pájs. 150 i.....	202
Id. id. (1895) pájs. 317 i.....	33
Id. id. (1901).....	334
Padron del oro; La industria del oro i el (1919).....	203
Pago de las patentes mineras; Reglamento relativo al (1911).....	556
Palas a vapor; Métodos de explotacion del salitre chileno por medio de (1913).....	158
Papel de la electricidad en la metalúrgia; El (1899).....	72
Papel sellado; Lei reformada de timbres, estampillas i (1910).....	210
Papel del vanadio en los aceros especiales; El (1918).....	101
Participacion de los obreros en los beneficios segun Taylor; La (1918).....	97
Partinium; El (1897).....	157
Pasado i porvenir del cobre (1884).....	61
Pastas de plata (1889).....	479
Patentes; La nueva lei inglesa de (1884).....	52



	PÁJS.
Patente minera; El amparo i la (1902).....	6
Patente minera (1902).....	293
Patente fiscal de minas (1905).....	291
Patente de privilejios esclusivos; Concesion i tramitacion de las (1906)	122
Patente que deben pagar las sustancias minerales cuya explotacion cede al dueño del suelo; Lei que autoriza el cobro de las con- tribuciones fiscales i municipales por el término de 18 meses (1.º Julio 1908) (1908).....	317
Patentes de minas en Bolivia; Las (1891).....	76
Patentes de minas (1904).....	256
Pechblenda; La (1904).....	224
Pedernales; Borateras de (1913).....	375
Pedimentos i denuncios de las minas rejistradas en Santiago; In- dice de los (1886) pájs. 565 i.....	582
Id. id. (1887) pájs. 589, 597, 613, 621, 629, 637, 645, 653, 661, 669, 677, 685, 693, 701, 709, 717, 725, 733, 741 i...	749
Id. id. (1888) pájs. 797, 805, 813, 837, 853, 861, 23, 84, 116, 143 i.....	180
Id. id. (1889).....	212
Id. id. (1891) pájs. 107, 134, 154, 193, 228 i.....	250
Id. id. (1892) pájs. 21, 45, 79, 94, 119, 140, 173, 197, 220, 244, 267 i.....	293
Id. id. (1893) pájs. 22, 42, 64, 86, 107, 126, 153, 176, 204, 250, 285 i.....	318
Id. id. (1894) pájs. 38, 63, 99, 136, 192, 236, 302, 354, 386, 421, 443 i.....	465
Id. id. (1895) pájs. 25, 71, 87, 106, 122, 154 i.....	171
Pedimentos que se han inscrito; Lista de (1891) pájs. 33, 60 i....	89
Peinecillos (1911) pájs. 394 i.....	499
Perclorato en el salitre chileno i análisis directo del salitre para determinar la lei de ázoe (1897).....	415
Perclorato, sobre el salitre chileno i sobre el análisis directo e in- directo del mismo salitre; Algunas palabras mas sobre (1897).	497
Perclorato puro i observaciones a la Circular N.º 13 de la Asociacion Salitrera de Propaganda; Fabricacion de (1897).....	590
Percloratos alcalinos en el salitre chileno de esportacion (1897)...	162
Percy; Dr. John.—Necrolojía (1889).....	356
Pérdida de oro por absorcion de la copelacion (1899).....	149
Pérdida de cobre en la conversion de los ejes; La (1908).....	208
Pérdida de cobre en la fundicion; Cálculo de la (1909).....	884



Perfeccionamiento en la fabricacion del ácido sulfúrico (1908) pá- jinas 195 i.....	272
Perforacion mecánica de los señores Dubois i Francois; Notas sobre las nuevas máquinas de (1885).....	270
Id. id. (1886).....	434
Perforacion; Nuevo sistema de (1918).....	168
Perforadora; Nueva (1884).....	63
Perforadora de mano Duplex, de Ingersall (1889).....	368
Perforadora para minas de carbon; Una nueva (1891).....	92
Perforadora eléctrica; Nueva (1899).....	116
Perforadora de aire comprimido i la perforadora electro-neumática en las minas (1911).....	334
Perforadoras mecánicas; Nueva aplicacion de las (1886).....	456
Perforadoras eléctricas de Siemens i Halske en las minas de Kotter- bach, Hungria (1900) pájs. 124 i.....	341
Perforadoras eléctricas de Siemens i Halske de Berlin, Charlottem- burg; Resultados obtenidos con (1905).....	33
Perforadoras para minas i modo de usarlas (1908).....	97
Perforadoras a mano (1911).....	393
Perforadoras en el Transvaal; El resultado del concurso de las (1912)	203
Perspectiva del cobre (1901).....	60
Pertenencia minera; Mina i (1902).....	129
Pertenencias en aspas de una mina registrada; Las (1887).....	655
Pertenencias mineras no metalíferas; Documentos relativos a la concesion de (1886).....	469
Pesos i medidas inglesas (1895).....	91
Peticion de una gran estension de playa; Dictámen del Promotor Fiscal (1911).....	342
Petrografía de los volcanes de Arequipa (1886).....	568
Petróleo; El (1887) pájs. 602 i.....	608
Id. id. (1891).....	187
Id. id. (1907).....	126
Id. id. (1911).....	77
Petróleo en California; El (1900).....	215
Petróleo en el Perú; La industria del (1904).....	154
Id. id. (1916).....	318
Petróleo en la provincia de Llanquihue; La existencia de (1908).....	486
Petróleo en el sur de Chile; Yacimientos de (1909).....	357
Petróleo en Carelmapu; El (1910).....	402
Petróleo en Magallanes; El (1911).....	149
Petróleo para calderos (1911).....	387



	PÁJS.
Petróleo combustible; Especificaciones del Gobierno yanqui para la compra del (1911).....	652
Petróleo en la República Arjentina (1912) pájs. 27 i.....	446
Id. id. (1914).....	256
Petróleo desde el punto de vista europeo; La cuestion del (1913).....	323
Petróleo; La industria del (19 3).....	380
Petróleo en los Estados Unidos (1913).....	535
Id. id. (1914).....	484
Petróleo del Perú (1916).....	318
Petróleo mejicano; El (1917).....	65
Petróleo en la provincia de Tarapacá; Informe sobre el reconocimiento jeológico de los indicios de (1917).....	317
Petróleo en la Arjentina; Produccion de (1918).....	341
Petróleo de la Patagonia; Propiedades ópticas del (1919).....	192
Petróleo, su jénesis i su aparicion jeológica; Relaciones entre la composicion química del (1919).....	630
Petróleos americanos; Orijen de los (1891).....	52
Petróleos; Depósitos de gases i (1914).....	26
Petrolíferos de Carelmapu; Los depósitos gaseosos i (1909).....	419
Piedra de campana de la Isla Juan Fernández; La (1886).....	574
Piedras preciosas; Produccion artificial de las (1891).....	53
Pila eléctrica de Lalande; La (1887).....	633
Pila primaria de Upward (1887).....	660
Pilas eléctricas de M. Bidwell; Las (1886).....	404
Pique; Modo de perforar un (1913).....	240
Pirita; Ensaye de (1884).....	82
Pirita como combustible; La.—La hulla amarilla (1908).....	337
Piritas sin coke; Fundicion de (1906).....	440
Pirítica; Conversion (1908).....	385
Pirometalúrjia del cobre; El estado actual de la (1908).....	253
Pirquinero; El (1911).....	316
Pisones (1903).....	85
Pizarra en Chile; Sobre la reforma de la (1907).....	425
Pizarras bituminosas de Lonquimai; Las (1915).....	498
Placeres auríferos por medio de dragas; Esplotacion de los (1898).....	108
Plan de creacion de una gran fábrica de metalúrjia (1917).....	338
Planoferrita; La (1898).....	106
Planta de trasmision hidro-eléctrica mas alta del mundo; La (1907).....	269
Plantel de lixiviacion de cobre en los Montes Urales (1910).....	91
Plantel de concentracion; Proyecto de un (191 ).....	599



	PÁJS.
Plantel para el enriquecimiento de concentrados de piritas bien- dosas; Un (1912).....	512
Plata; El precio de la (1884).....	90
Plata libres; El cobre i la (1884).....	109
Plata; Sistema Trancke de amalgamacion de (1884).....	204
Plata en Australia; Nuevo descubrimiento de (1885).....	232
Plata i oro; El comercio de la (1885).....	242
Plata; Manufactura de la (1885).....	263
Plata por el hiposulfito de soda; Los descubrimientos de Russell en la lejiacion de minerales de (1885).....	280
Plata en los Estados Unidos; Descubrimiento de un nuevo disol- vente de la (1885).....	327
Plata en el Perú; La electricidad i el beneficio de los minerales de (1885).....	394
Id. id. (1886) pájs. 401 i.....	407
Plata; Depreciacion de la (1886).....	418
Plata con relacion al oro; Valor de la (1889).....	365
Plata en los ingenios reales alemanes; Precios corrientes del oro i de la (1889).....	397
Plata; Estados alotrópicos de la (1889).....	422
Plata; El alza de la (1890).....	114
Plata en los Estados Unidos; La cuestion (1890).....	209
Plata; La (1890).....	428
Id. id. (1892).....	247
Plata; El porvenir de la (1892).....	13
Plata en Europa i Estados Unidos; La (1892).....	112
Plata por el zinc o zincage; Estraccion de la (1892).....	209
Plata i la circulacion de la moneda de plata en Europa, Estados Unidos i la India; El valor de la (1892).....	248
Plata por el procedimiento Koeffner; La estraccion del cobre i la (1893).....	17
Plata; La.—Lo que significa para Chile su depreciacion (1893)....	133
Plata; Produccion de la (1893).....	162
Id. id. (1895).....	182
Id. id. (1900).....	21
Id. id. (1901).....	184
Id. id. (1903).....	357
Id. id. (1905).....	325
Plata i oro; Produccion anual de (1895).....	182
Id. id. (1903).....	357
Id. id. (1905).....	325



Plata en oro; Transformacion de la (1896).....	182
Plata i el oro por volatilizacion; Separacion de la (1896).....	206
Plata para fines industriales; Consumo de oro i (1897).....	414
Plata en el mundo; La produccion de (1900).....	21
Plata en barra; Esportacion de (1900).....	65
Plata y su valor de los distritos minerales de Huantajaya i Santa Rosa; Produccion de (1901).....	184
Plata i cobre en Chile; Produccion de oro, (1903).....	357
Id. id. (1905).....	325
Plata en los Estados Unidos; La produccion de oro i de la (1905).....	347
Plata; Métodos metalúrgicos actuales del oro i de la (1909).....	309
Plata, oro, plomo, estaño i cobre; Notas sobre ensayos de (1916).....	121
Plata i el cobre, de las soluciones de cianuro; Precipitacion electrolítica del oro, la (1919).....	50
Platino de la Rusia; La produccion de (1885).....	299
Platino; El (1889).....	482
Id. id. (1891).....	84
Id. id. (1898).....	370
Playas auríferas de Australia (1895).....	236
Playa; Peticion de una gran estension de.—Dictámen del Promotcr Fiscal (1911).....	342
Plomo; Bióxido de (1884).....	136
Plomo en Derbyshire; La minería del (1885).....	242
Plomo; Deplatacion electrolítica del (1886).....	415
Plomo; Metalúrgia del (1886).....	424
Id. id. (1914).....	218
Plomo; El mercado del (1884).....	457
Plomo i los acumuladores de electricidad en España; El (1887).....	595
Plomo; Produccion de minerales de (1905).....	355
Plomo en Montana; La metalúrgia del (1907).....	239
Plomo i zinc en Missouri; Los minerales de (1909).....	328
Plomo; La metalúrgia del cobre i del (1914).....	218
Plomo, estaño i cobre; Notas sobre ensayos de plata, oro, (1916).....	121
Plomo arjentífero en la Bunker Hill Smelter; Hidrometalúrgia del (1917).....	581
Plomo de Shui-Ko-Shan en Hunan, China Central; Las minas de zinc i (1917).....	581
Plomo i sus recientes progresos; La industria del (1918) pájs. 341 i	412
Plomo; Una nueva especie mineralógica del (1919).....	695
Política petrolífera (1914).....	3
Política minera; Algo sobre (1914).....	157



	PÁJS.
Política salitrera; Memorándum presentado al H. Consejo Salitrero sobre (1915).....	44
Polvo de carbon como combustible; Empleo del (1913).....	91
Pólvora; La dinamita comparada con la (1911).....	474
Por la minería (1905) pájs. 139 i.....	241
Por los mineros (1911).....	211
Potrerrillos (1918).....	78
Porvenir de la riqueza española; El (1886).....	528
Porvenir de la metalúrgia del fierro en Chile (1890).....	131
Porvenir de la plata; El (1892).....	13
Porvenir del cobre; El (1897).....	478
Id. id. (1908).....	209
Porvenir de la industria petrolífera en el Perú; Estado actual i (1912)	274
Porvenir de las naciones desde el punto de vista hullero (1915)..	524
Potasa del salitre chileno; La lei en (1893).....	109
Potasa; El salar de Pintados y sus yacimientos de (1918) pájs. 3 i	117
Potasa; El Sindicato Aleman de (1918).....	338
Potasas de Upeo; Las (1908) pájs. 150 i.....	294
Potencia relativa de las sustancias explosivas (1887).....	596
Pozos de minas; Blindaje de los (1886).....	416
Pozos artesianos del Callao (Perú); Los (1904).....	118
Práctica en la filtracion mecánica en Australia Occidental (1906).	272
Practicabilidad de llevar a cabo en Chile la industria del hierro i acero por medio del horno eléctrico (1917).....	173
Practicabilidad comercial de la fusion eléctrica de los minerales de fierro en Columbia Británica (1919).....	514
Precio corriente del cobre (1888).....	875
Id. id. (1890).....	231
Id. id. (1909).....	451
Id. id. (1912).....	197
Precio de metales i fletes; Boletin de (1891) pájs. 24, 54 i.....	78
Id. id. (1909).....	305
Precio medio anual del salitre, cobre i plata (1893).....	57
Precio de los metales en los últimos años; La produccion i (1899).	314
Precio de algunos metales; La produccion i (1907).....	181
Precio del estaño; El (1910).....	558
Precios corrientes del oro i la plata en los ingenios reales alemanes (1889).....	397
Precios, consumos i abaratamiento del cobre (1914) pájs. 188 i..	213
Precios de metales, productos metalúrgicos; Boletin de (1910) pájinas 47, 141, 237, 287, 381, 477, 527 i.....	571



	PÁJS.
Precios de metales, productos metalúrgicos; Boletín de (1911) pájs.	
49, 98, 147, 227, 275, 355, 422, 511, 559, 607 i.....	655
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
Precipitación eléctrica del oro de su disolución de cianuro (1897).	412
Id. id. (1919).....	50
Precipitación de los metales nobles de sus soluciones de cloruros, cianuros, etc. (1898).....	341
Precipitación electrolítica del cobre en Chuquicamata; Lejivación i (1914).....	198
Id. id. (1915).....	109
Precipitación eléctrica del oro, la plata i el cobre, de las soluciones de cianuro (1919).....	50
Precisión del resultado de la determinación de la ley de un cuerpo en los minerales; La (1907).....	267
Premios de minería (1884).....	152
Preparación del oxígeno por la calcinación del clorato de potasio, i por el clorato de potasio i el bióxido de manganeso (1889).	417
Preparación mecánica i concentración de minerales (1894).....	425
Preparación mecánica de los minerales; Apuntes sobre la (1898).	355
Id. id. (1899).....	97
Preparación mecánica de los minerales de cobre nativo en el Lago Superior (1908).....	533
Presencia del ácido fosfórico en el salitre; La (1887).....	727
Presentación de los industriales del mineral de Las Condes al Excmo. Presidente de la República (1889).....	303
Principios sobre explotación de minas (1911) pájs. 482, 535, 601 i	632
Primer memorándum presentado a la Comisión de defensa del salitre (1919).....	76
Primer año de lixiviación en la New Cornelia Copper Co. (1919) pá- ginas 732 i.....	770
Privilegios exclusivos (1890).....	235
Problema de la inmigración; El (1906).....	364
Problema del salitre i su industria; El (1907).....	213
Problema del salitre; El (1909).....	206
Problema de la hulla; El (1916).....	3
Problema siderúrgico en el Perú; Ideas generales sobre el (1919).	619
Problemas de la fundición moderna del cobre (1912).....	134
Procedimiento Bessemer aplicado al cobre (1884).....	67



	PÁJS.
Procedimiento Maidanpec; El (1885).....	299
Id. id. (1886).....	433
Procedimiento electro-líquido de los minerales de cobre (1885)....	357
Procedimiento Manhés; El (1886).....	448
Procedimiento Newbary-Vautin para la cloruración de metales de oro (1888).....	796
Procedimiento de la venta del cobre en Inglaterra (1888) pájs 138 i	175
Procedimiento Siemens para la extracción del cobre de sus minerales (1893).....	76
Procedimiento por cianuro o cloruración (1896).....	69
Procedimiento Patera-Russell sobre la amalgamación; Ventajas del (1897).....	93
Id. id. (1899) pájs. 161, 204, 228 i.....	321
Id. id. (1900).....	146
Procedimiento por amalgamación (1897).....	99
Procedimiento de beneficio de oro sistema Sulman-Feed con el bromuro de cianógeno (1898).....	290
Procedimiento por el bromuro de cianógeno para la extracción del oro (1896).....	326
Procedimiento Patera; El (1899) pájs. 161, 204 228 i.....	321
Id. id. (1900).....	146
Procedimiento metalúrgico; Nuevo (1900).....	344
Procedimiento «Reactor» para tratar ejes de cobre (1902).....	341
Procedimiento Baggaley para la fundición de cobre (1906).....	243
Procedimiento Elmore; La concentración de minerales por el (1908)	363
Procedimiento de Claney para beneficiar minerales auríferos i arjentíferos (1911).....	166
Procedimiento Mourgues-Cortes para el beneficio del caliche (1911)	310
Procedimiento de la cianámidia en la metalúrgia del oro (1912)....	245
Procedimiento Haber para la síntesis industrial del amoníaco; El (1917) pájs. 343 i.....	441
Procedimientos de cloruración i una reivindicación de estos inventos; Los nuevos (1898).....	321
Procedimientos actuales de fabricación de aluminio (1918).....	47
Procedimiento para el cuanteo volumétrico del manganeso (1919).	694
Procedimiento combinado para la elaboración del nitrato de sodio (1919).....	802
Procesos electrolíticos (1908).....	390
Proceso electrolítico de Greenawalt; El (1914).....	108
Producción de metales en Estados Unidos (1884).....	67



Produccion de cobre en el mundo (1884).....	97
Id. id. (1895).....	183
Id. id. (1897).....	244
Produccion i consumo de cobre en el mundo (1885).....	216
Id. id. (1900).....	87
Produccion de oro i plata en los Estados Unidos de Colombia (1885) pájs. 224 i.....	228
Produccion de metales preciosos (1885).....	232
Produccion de platina de la Rusia (1885).....	299
Produccion i precio del ázoe en California (1885).....	238
Produccion de las minas (1886).....	406
Produccion de oro en Venezuela (1886).....	413
Produccion de hulla inglesa (1886).....	526
Produccion de cobre (1886).....	528
Id. id. (1887).....	658
Id. id (1888).....	803
Id. id. (1891).....	214
Produccion de cobre en los Estados Unidos (1886).....	546
Produccion de oro i plata en Estados Unidos (1886).....	570
Id. id. (1905).....	347
Produccion minera de la provincia de Atacama (1887).....	664
Produccion instantánea del vapor (1887).....	720
Produccion de hierro en el mundo (1887).....	764
Produccion de cobre; La estadística de la (1888).....	803
Produccion de oro i plata (1888).....	828
Id. id. (1891).....	99
Id. id (1895).....	182
Produccion i consumo del cobre (1888).....	222
Produccion del fierro i los abonos; La (1889).....	345
Produccion de minerales en los Estados Unidos (1889).....	423
Produccion mineral del mundo (1891).....	83
Id. id. (1892).....	87
Produccion de cobre en toneladas métricas en los convertidores Manhés (1893).....	142
Produccion del vapor; Combustible líquido para la (1893).....	219
Produccion de oro i plata en el mundo desde el Descubrimiento de América (1492-1894) (1895).....	181
Produccion anual de plata i oro (1851- 894) (1895).....	82
Produccion de oro, plata i cobre en Chile desde los primeros dias de la Conquista hasta 1894 (1897).....	59
Produccion de la industria minera en Alemania (1898).....	72



Produccion i el consumo del oro i la plata; El (1898).....	313
Produccion de mercurio (1898).....	332
Produccion i el precio del cobre; La (1899).....	56
Produccion de oro; La (1899).....	57
Id. id. (1900).....	45
Produccion i precio del aluminio; Estadística de la (1899).....	63
Produccion de oro en Australia (1899).....	47
Produccion del mineral de Bilbao; La (1899).....	222
Produccion i precio de los metales en los últimos años (1899)....	324
Id. id. (1900).....	211
Produccion de plata en el mundo; La ( 900).....	21
Produccion de oro en el mundo (1900).....	30
Produccion minera en España (1900).....	209
Produccion del cobre en la República del Perú en jeneral i en es- pecial en el cerro de Pasco (1900).....	235
Produccion de hulla en los diferentes paises (1901).....	30
Produccion de plata i su valor en los distritos minerales de Huan- tajaya i Santa Rosa (1901).....	184
Produccion electro-metalúrgica del hierro i el acero (1903).....	133
Produccion de oro, plata i cobre en Chile (1903).....	357
Produccion minera en Chile; Una publicacion importante sobre la (1904).....	r
Produccion de oro, plata i cobre (1905).....	325
Produccion de aceros electro-metalúrgicos (1905).....	354
Produccion de minerales de plomo (1905).....	355
Produccion de oro i su valor de las minas del Guanaco (1906)...	97
Produccion de carbon en Chile; Datos estadísticos sobre la (1906). .....	162
Produccion minera en los Estados Unidos (1906).....	432
Produccion i el precio de algunos metales; La (1907).....	181
Produccion mineral en la India (1908).....	107
Produccion i consumo de carbon de piedra (1908).....	207
Produccion de minerales de plata plumbíferos; Costo i utilidad de la (1908).....	503
Produccion minera de Chile (1908).....	572
Produccion de cobre mundial; Costo de la (1909).....	82
Produccion de cobre en Arizona; El costo de (1909).....	291
Produccion de cobre en Chile; Costo de (1910).....	289
Produccion de estaño en Bolivia (1911).....	472
Produccion de cobre en Alemania; El crecimiento de la (1913)....	256
Produccion i el comercio del fierro chileno; La (1913).....	519



Produccion i el consumo del carbon i su influencia en el desarrollo económico de las naciones (1916) pájs. 359 i.....	488
Id. id. (1917) pájs. 3, 97 i.....	239
Produccion de acero eléctrico (1918).....	77
Produccion de petróleo en la Arjentina (1918).....	341
Produccion de la enerjía eléctrica; La utilizacion de las fuerzas naturales para la (1919).....	226
Produccion mundial de manganeso (1919).....	436
Productos de la minería (1884).....	19
Productos de la minería i metalúrjia; Estadística de los (1897).....	556
Productos de la minería; Nuestra esportacion de (1898).....	24
Profesion de Injeniero; La (1895).....	89
Profesional de la minería i metalúrjia; Las condiciones que debe tener el (1910).....	110
Progresos industriales (1885).....	292
Progresos de la metalúrjia (1890).....	244
Progresos de la electricidad (1891).....	37
Progresos en el empleo de los molinos de bolas del Guisonwerck (1893)	11
Progresos hechos en la fundicion pirítica (1903).....	73
Progresos de la minería (1905).....	162
Progresos de la metalúrjia del oro (1906).....	156
Progresos en la metalúrjia del cobre (1907).....	135
Id. id. (1911). ....	501
Progresos recientes en la aplicacion de la ieolojía al estudio de los depósitos minerales (1913).....	432
Progresos de la industria eléctrica del acero (1917).....	209
Propaganda del salitre de Chile; La (1919).....	192
Propiedad minera de los minerales metálicos aprobadas por el Directorio de la Sociedad; Bases para la constitucion de la (1884).	95
Propiedad de las minas; La (1886) pájs. 418, 426 i.....	441
Propiedad que posee la pirita de precipitar oro de las disoluciones auríferas; Sobre la (1900) .....	158
Propiedad salitrera; Constitucion de la (1904) pájs. 279, 316, 350 i	409
Id. id. (1905) pájs. 25 i.....	48
Id. id. (1906). ....	86
Propiedad minera o salitrera (1906) pájs. 37 i.....	68
Propiedad minera en terrenos auríferos; La (1906).....	49
Propiedad salitrera; Nueva lei relativa a la constitucion de la (1906)	86
Propiedad minera en Chile; Constitucion de la (1910).....	160
Propiedades ópticas del petróleo de la Patagonia (1919).....	192
Prospecto (1883) .....	1



Prospecto de la Pinos Altos Mining Co. Ltd. (Méjico) (1884).....	97
Proteccion a la industria minera; La (1898).....	349
Id. id. (1902). ....	97
Proteccion a la minería (1901).....	349
Proyecto de Código de Minería.—De la mayoría de la Comision de la Cámara de Diputados i del Diputado don Francisco Gandarillas (1885) pájs. 342, 351, 358, 366, 374, 382, 390, 501 i	503
Proyecto de derecho de esportacion sobre el salitre i el guano (1886)	437
Proyecto de nuevo Código de Minería del Perú i estension de las concesiones nuevas (1890).....	243
Proyecto de lei de conversion metálica; El (1892).....	192
Proyecto de reforma de los Estatutos de la Sociedad Nacional de Minería (1896) .....	5
Proyecto de un establecimiento de beneficio de minerales de oro (1897).....	504
Proyecto de Código de Minería presentado al Congreso Nacional por el Presidente de la República (1900) pájs. 321 i.....	353
Id. id. (1901) pájs. 3, 33 i.....	65
Proyecto sobre construccion libre de ferrocarriles (1907).....	85
Proyecto para la instalacion de un establecimiento de beneficio de minerales de cobre con una capacidad anual de 6,000 tons. de cobre fino (1907).....	137
Proyecto de lei de minas en España (1908).....	43
Proyecto de represa i estacion de fuerza en el rio de Curanilahue (1908).....	126
Proyecto de lei para la esploracion i explotacion de aceites minerales en la Arjentina (1910).....	353
Proyecto de un plantel de concentracion (1911).....	599
Proyecto de Código de Minería.—Esposicion de motivos (1912)....	154
Proyecto de irrigacion de Utah (Estados Unidos); El túnel de Strawberry, de un (1912).....	190
Proyecto de lei sobre accidentes del trabajo; Algunas observaciones al (1912) .....	317
Proyecto de contribuciones; La minería ante el (1915).....	428
Proyecto de lei de creacion del Cuerpo de Ingenieros de Minas (1919)	838
Proyecto provisorio; Cuerpo Ingenieros de Minas, acompaña (1919)	857
Publicacion importante sobre la produccion minera en Chile; Una 1904.....	1
Puente del Inca; El (1887) pájs. 625 i.....	629
Pulsómetro funcionando por medio del aire comprimido (1885)...	370
Pulverizador Culon; El (1887).....	705



Pulverizador Chile (1906).....	279
Puna de Atacama; Delimitacion de la (1899).....	92
Puntos de vista chilenos (1915).....	53
Puquios (1885).....	238
Puzzolanas; La industria de los morteros, cales, cemento, yeso i (1911)	584

## AUTORES

Palazuelos, Juan Agustin (1884).....	73
Palet, Luciano P. (1919).....	195
Parke, Chaming (1905).....	309
Pérez Canto, Julio (1908).....	92
Peters, Edwad D. (1911).....	171
Philippi, Julio (1907).....	35
Philipp, Bernardo (1906).....	459
Pisani, M. F. (1889).....	263
Pizarro, Abelardo (1902).....	33
Plagemann, D. A. (1887) pájs. 681 i.....	688
Id. id. (1897) pájs. 88, 153, 245, 323, 409 i.....	583
Potter, Juan A. (1919) pájs. 732 i.....	770
Poque, José E. (1918).....	284
Prado, Uldaricio (1884) pájs. 174 i.....	181
Id. id. (1885).....	205
Pretot Freire, Víctor (1906).....	328
Prieto, Manuel A. (1915).....	510
Id. id (1917).....	221
Id. id. (1919) pájs. 86, 5 i.....	756
Puelma Q., L. Nicolas (1914).....	308

## Q

¿Qué cantidad de oro i plata hai contenido en los minerales, ejes i barras de cobre en Chile? (1903) pájs. 319 i.....	395
Quebrantador de piedras i triturador de minerales perfeccionado; Un (1890).....	140
Química (1890).....	84
Id. (1891).....	163
Id. (1892).....	38



Química mineralógica (1891).....	233
Química práctica de las fundiciones de cobre (1915).....	470
Id. id. (1916) pájs. 26 i.....	77
Química de los minerales; La (1918).....	284
Quequeña.—Cerro Verde; Rejion minera de (1919).....	627

## AUTORES

Quensel, P. D. (1912).....	378
Quezada Carneyro, V. (1909).....	17
Quillot, Federico (1909).....	254

## R

Radio en Chile; El (1907).....	497
Radium; El (1904).....	65
Radium de Joachinesthal; Las minas de (1905).....	257
Ramirita; La.—Un mineral de vanadio (1886).....	449
Rápida esposicion del método de amalgamacion en tinas de cobre de los minerales arjentíferos (1889).....	479
Rápida ojeada sobre las ventajas del sistema de lixiviacion Russell (1892).....	32
Rayos Roentjen empleados para el estudio del carbon de piedra; Los (1900).....	218
Rayos solares sobre la coloracion del vidrio; Efectos de los (1910).....	78
Reaccion minera en Copiapó (1896).....	241
Reacciones de algunos metales; Investigaciones sobre el dosaje i (1907).....	177
Reacciones químicas del agua vieja de cristalizacion del salitre; Algunas propiedades i (1908).....	199
Reacciones químicas en la fundicion del fierro (1918).....	157
Recomendaciones para impedir esplosiones en las minas (1909).....	398
Recomendaciones hechas al Gobierno norte americano de parte del «Comité de aprovisionamiento de nitrato» (1917).....	525
Reconocimiento i apreciacion de los placeres de oro (1899).....	329
Reconocimientos jeológicos de los alrededores de Punta Arenas i de la parte N. de la Tierra del Fuego respecto a la posibilidad de encontrar yacimientos de petróleo; Informe preliminar sobre (1912) pájs. 201, 433 i.....	481



Reconocimientos jeolójicos en el valle del rio Lluta cerca de Poconchile, Km. 41 del Ferrocarril de Arica a La Paz (1917)...	183
Reconocimientos jeolójicos de los indicios de petróleo en la provincia de Tarapacá (1917).....	317
Reconocimientos por medio de sondajes (1908).....	473
Reconocimientos jeolójicos de los terrenos petrolíferos de Magallanes del sur; Informe preliminar sobre los (1916) pájs. 214 i	309
Recuperacion de humos por precipitacion eléctrica (1916).....	350
Recuperacion del cobre de flotacion por lixiviacion (1919).....	796
Recursos minerales de Bolivia; Los (1890).....	146
Recursos de Bolivia; Los (1910).....	456
Red central de distribucion de energía eléctrica (1919).....	91
Reduccion de minerales de fierro; Horno eléctrico para la (1911)..	60
Refina electrolítica del cobre (1906).....	190
Refina del cobre en Michigan; La (1911).....	690
Refinacion del carbon para sustituir los aceites minerales extranjeros en Alemania (1918).....	337
Reflexiones sobre la guerra; Algunas (1914) pájs. 339 i.....	425
Reforma del Código de Minería; La (1883).....	4
Id. id. (1888). pájs. 85, 341 i.....	350
Reforma proyectada; Objeciones a la (1884).....	65
Reforma de la lei de minas (1884).....	101
Reforma minefa; La (1884).....	133
Reforma del Código de Minería del Ecuador (1892).....	210
Reforma del plan de estudios en las Escuelas de Minería (1913).	407
Refino del acero; Hornos eléctricos para el (1918).....	183
Reglamentacion del artículo 163 del Código de Minería (1895)...	127
Reglamento orgánico del Cuerpo de Injenieros de Minas (1886)..	498
Reglamento de una Escuela Práctica de Mayordomos i Laboreros de minas; aprobado por la Sociedad Nacional de Minería (1886)	550
Reglamento jeneral de Minas (1897).....	450
Reglamento interno de la Junta de Minería de Caracoles (1898)....	9
Reglamento relativo a la formacion de la estadística del salitre, guano, yodo, perclorato de potasa i bórax (1910).....	267
Reglamento del derecho de aguas i electricidad en la Suiza; El nuevo (1910) pájs. 504 i.....	563
Reglamento relativo al pago de las patentes mineras (1911).....	556
Regulador de electricidad en las ruedas hidráulicas de impulsion (1903).....	71
Rejeneracion del cobre disuelto en el sistema de tinas (1890)....	159
Rejion aurífera en la Tierra del Fuego (1892).....	276



Rejion salitrera comprendida entre el Toco i Copiapó; Mapa de la (1908).....	145
Rejion salitrera; Viaje de estudio practicado a la (1910).....	247
Rejion carbonífera del sur de Chile; Informe sobre las esploraciones jeológicas de la (1913) pájs. 6 i.....	49
Rejion carbonífera de Chile; Estudio de la (1913).....	279
Rejion carbonífera del sur de Chile.—Contestacion a la Inspeccion de Jeografía i Minas i al señor Miguel R. Machado (1913)....	305
Rejion minera de Quequeña.—Cerro Verde (1919).....	627
Rejiones carboníferas de Los Alamos i del norte de la provincia de Arauco; Las (1915).....	261
Rejistro del Conservador de Minas de Limache (1893).....	250
Relacion entre el oro i la plata; La (1886).....	493
Relacion de la visita hecha por la Sociedad de Mineralojía a la Esposicion Universal (1889) (1890).....	82
Relacion económica entre la capacidad de un plantel de beneficio i las reservas de mineral de una mina (1904).....	149
Relacion entre la jeolojía i la minería (1917).....	387
Relaciones entre la composicion química del petróleo, su jénesis i su aparicion jeológica (1919).....	630
Relaves del mineral «El Teniente» de la Braden Copper Co., Rancagua; Tratamiento de los (1916).....	223
Relleno en las minas de carbon; Método hidráulico de (1912)....	338
Remate de las minas que no han pagado patente (1894).....	112
Remate de terrenos salitrales en Tarapacá; Antecedentes sobre los (1912) pájs. 410, 457 i.....	501
Rendimiento de las minas de oro de Witwatersrand (1898) pájs. 314 i	351
Rendimiento en la concentracion; Cálculo del (1911).....	522
Reorganizacion del servicio facultativo de minas (1884) pájs. 497, 508, 515 i.....	524
Reorganizacion de las escuelas prácticas de minería (1912).....	371
Reproduccion fotográfica sin objetivo i por simple reflexion de la luz (1886).....	570
República Argentina en la Esposicion de Minería i Metalúrjia de Santiago (1895).....	10
Requisitos indispensables para conseguir una provechosa, duradera i progresiva inmigracion hácia Chile (1907).....	67
Reseña sobre los trabajos en el mineral «El Tofc» (1915).....	434
Residuos de los establecimientos industriales; Neutralizacion i depuracion de los.—Lei 3133, 4 Setiembre, (1916-1917).....	201
Resistencia del acero (1887) pájs. 706, 713 i.....	728



	PÁJS.
Resolucion analítica de un problema frecuente (1887).....	730
Respaldiza, José de.—Necrología (1889).....	93
Resultado del concurso de perforadoras en el Transvaal; El (1912).....	203
Resultados económicos actuales en la explotación de cobre en Mansfeld, Alemania (1904).....	49
Resultados obtenidos con perforadoras eléctricas de Siemens i Halske de Berlin (1905).....	33
Revista minera (1885) pájs. 344, 355 i.....	376
Id. id. (1886) pájs. 421, 447, 454, 462, 478, 493, 507, 509, 518, 533, 559 i.....	566
Id. id. (1887) pájs. 611, 637, 646, 696, 704, 741 i.....	750
Id. id. (1888).....	798
Id. id. (1903).....	113
Revista de las mejoras mas importantes introducidas en la indus- tria minera (1886).....	414
Revista minera de Méjico (1886) pájs. 531 i.....	537
Revista del mercado (1888).....	812
Revistas científicas (1889) pájs. 225, 257, 267, 298, 324, 345, 369, 399, 424, 458 i.....	482
Id. id. (1890) pájs. 29, 52, 85, 114, 147, 181, 217, 255, 331, 404 i.....	444
Revista minera, metalúrgica i de ingeniería de Madrid.—Un edi- torial (1890).....	50
Revista minera de Caracoles (1904).....	424
Revoluciones terrestres; Las (1885).....	261
Riesgos de los capitales en las minas; El (1911).....	390
Rio del Chaco; El antiguo (1903).....	274
Id. id. (1904) pájs. 7 i.....	41
Rio Curanilahue; Proyecto de represa i estacion de fuerza en el (1908).....	124
Riqueza minera de la República Argentina; La (1889).....	364
Riqueza mineral de Chile; La (1889).....	379
Riqueza arjentífera i la poblacion de Méjico (1893).....	58
Rivales de Chile; Los (1884).....	33
Rocas del Desierto de Atacama; Descripcion de algunas (1903).....	415
Rocas eruptivas; Los yacimientos metalíferos en la cordillera de la América del Sur en sus relaciones con ciertas (1910).....	426
Ruedas hidráulicas de impulsión; Reguladores de velocidad en las (1903).....	71



## AUTORES

	PÁJS.
Raby, Guillermo E. (1898).....	217
Raimondi, A. (1887) pájs. 721, 731, 736, 745, 755 i.....	762
Ramírez, Santiago (1886) pájs. 418, 426, 441, 539 i.....	544
Renny, Pedro F. (1897).....	99
Rendu, Ambroise (1913).....	323
Respaldiza, José de (1888).....	1
Reyer, E. (1885) pájs. 321 i.....	328
Reynier, Emile (1888).....	810
Richards, J. W. (1911) pájs. 18 i.....	60
Rickard, T. A. (1919).....	607
Rivas Vicuña, Francisco (1916).....	451
Roberston, R. J. (1889).....	397
Roche, Antonio (1895).....	248
Ross, Agustín (1892).....	248
Rubio, José María (1886).....	673
Rubio, César (1896) pájs. 150 i.....	162
S	
Sacamuestras automático (1900).....	123
Sal jema; Esplotacion de (1887).....	710
Sal potásica en la meseta de Upeo; Esplicacion de la presencia de (1908).....	3
Sal comun del agua del mar; La estraccion de (1919).....	387
Salar de Pintados i sus yacimientos de potasa; El (1918) pájs. 3 i.....	117
Salar de Pintados; Estraccion de sales potásicas del (1918).....	271
Sales potásicas del Desierto; Las (1907).....	429
Sales de potasa; Lei definitiva alemana sobre las (1910) pájs. 276, 344 i.....	349
Sales potásicas del Salar de Pintados; Estraccion de (1918).....	271
Salinas de Siambon; Las (1890).....	386
Salitre i cobre; Esportacion de (1884).....	36
Salitre en sus relaciones con otros abonos; El guano i el (1885)....	294
Salitre (1889).....	209
Id. (1891).....	80
Id. (1897).....	268
Id. (1909).....	17



	PÁJS.
Salitre i cobre (1889).....	221
Salitre; Movimiento jeneral del (1889).....	250
Salitre de Tarapacá; El (1890).....	98
Salitre; Mercado del (1890).....	423
Id. id. (1891).....	53
Salitre de Africa; El (1892).....	108
Salitre chileno, i la crisis salitrera actual; Abonos azoados artificiales i semi-artificiales; Competidores del (1897).....	197
Salitre bajo el punto de la fermentacion química; Sobre la formacion jeológica del (1897) pájs. 88, 153, 245, 323, 409 i....	583
Id. id. (1898).....	12
Salitre chileno i sobre el análisis directo e indirecto del mismo salitre; Algunas palabras mas sobre el perclorato, sobre el (1897).	497
Salitre; Algunos datos respecto del (1897).....	507
Salitre en Chile; Empleo del (1897).....	577
Salitre sintético; El (1906).....	196
Id. id. (1907).....	129
Salitre i su industria; El problema del (1907).....	213
Salitre; Cátedra del (1908).....	114
Salitre artificial; El (1908).....	453
Salitre en España; El (1909).....	100
Salitre; Una aplicacion del (1909).....	254
Salitre; El problema del (1909).....	206
Salitre; Competidores del (1909).....	415
Salitre; Las expectativas del consumo del (1910).....	317
Salitre de Chile; Los cuerpos azoados artificiales similares del (1910)	418
Id. id. (1911).....	39
Salitre; La industria del (1910).....	475
Salitre en Chile; El oríjen del (1911).....	684
Id. id. (1912).....	49
Salitre sintético en Noruega; Fabricacion de (1912).....	323
Salitre.—Estadística comparada de años salitreros (1913).....	31
Salitre chileno? ¿En qué época jeológica se ha formado el (1914).	97
Salitre; Elaboracion de (1915).....	510
Salitre; Estudio sobre la elaboracion de (1917).....	221
Salitre de Chile; La propaganda del (1919).....	173
Salitre chileno i algunas sales que lo acompañan; El oríjen del (1919)	255
Salitre en Colombia; Yacimiento de (1919).....	363
Salitreras en Taltal; Informe del Directorio de la Sociedad Nacional de Minería sobre una solicitud de don José R. Sierralta en representacion de otros acerca de una (18 <sup>24</sup> ).....	302



	PÁJS.
Salitreras de Pisagua; Las (1887).....	650
Salitreras en Maricunga; Las (1889).....	291
Salitreras; Casas de crédito i ferrocarriles de Tarapacá (1889).....	478
Salitreras en Chimbote; Las supuestas (1894).....	10
Salitreras (1903).....	25
Salitreras; Mensura de (1903).....	29
Id. id. (1906).....	61
San José del Abra (1885).....	235
Sangrías de un horno; Carro para recibir las (1911).....	388
Schermann; La lei (1893).....	222
Schulze, Juan.—Necrolojía (1892).....	247
Seccion de minería en la Esposicion Nacional (1888) i Universal de Paris (1889) (1890).....	41
Seccion científica (1890) pájs. 267 i.....	332
Seccion trasversal jeológica de la Cordillera del Oeste siguiendo el rio Huasco (1905).....	87
Seccion oficial (1914).....	323
Seccion informativa (1915) pájs. 156, 241 i.....	463
Id. id. (1916).....	178
Seccion salitrera (1919) pájs. 72, 173, 255 i.....	363
Seguridad en la inversion juiciosa del capital en las minas (1910)...	101
Selenio i el teluro; Usos i precios del (1918).....	171
Sentencia dada en el litijio entre la mina Descubridora i San Agus- tin (1892).....	130
Separacion de la plata i el oro por volatilizacion (1896).....	206
Separacion i afinacion electrolítica del oro (1906).....	65
Separacion por densidad en las máquinas de corriente de agua as- cendente (1919).....	765
Separador Wood; El (1896).....	164
Separador magnético de Wetherill; El (1903).....	68
Servicio facultativo de minas; Reorganizacion del (1886) pájs. 497, 508, 515 i.....	524
Servicio oficial de inmigracion de San Pablo (Brasil); El (1907)....	35
Servicio de inmigracion (1907).....	104
Servicio de estudio de las grandes fuerzas hidráulicas en la rejion de los Alpes (1909) pájs. 529 i.....	571
Servicios jeológicos i mineros de la República Arjentina; Los (1910)...	481
Servidumbre minera; Algo sobre (1914).....	344
Sewell Gana, Enrique.—Editorial (1890).....	63
Siderúrjia en Chile; La (1891).....	168
Siderúrjia de Méjico; La (1893).....	118



Siderúrjia en el Japon; La (1911).....	239
Siderúrjia en Chile; Informe sobre la (1911) pájs. 561 i.....	614
Siempre la cuestion del oríjen del salitre chileno (1905).....	74
Sierra Esmeralda (1885) pájs. 260 i.....	287
Signos del sistema métrico (1885).....	259
Silicatos en las escorias; Del análisis de los (1898).....	100
Sindicado del cobre; El (1888) pájs. 820 i.....	15
Sindicato aleman de potasa; El (1918).....	338
Sistema Trancke de amalgamacion de plata (1884).....	204
Sistema de lixiviacion Russell (1891).....	235
Sistema de cloruracion del oro; El nuevo (1899).....	67
Sistema para conservar la madera; Nuevo (1899).....	77
Sistema de lixiviacion en Oruro; El (1899).....	146
Sistema de fabricar tubos de cobre i sus aleaciones; Nuevo (1899).....	148
Sistema para producir altas temperaturas; Nuevo (1899).....	192
Sistema para beneficiar minerales de cobre oxidados (1903).....	345
Situacion de la produccion de cobre en Norte América; La (1899).....	131
Situacion de los mercados de minerales, metales i combustibles (1917) pájs. 92, 216, 520 i.....	599
Id. id. (1918) pájs. 45, 173, 261, 354 i.....	448
Id. id. (1919) pájs. 70, 169, 437, 698 i.....	762
Situacion de los trabajadores en las minas de carbon del pais (1919).....	849
Sobre la imanacion.—Nota del señor Mascart a la Academia de Ciencias de Paris (1886).....	538
Sobre las propiedades termo-eléctricas de algunas sustancias (1886).....	541
Sobre las condiciones bajo las cuales puede establecerse en Chile la industria del fierro i del acero (1896) pájs. 77 i.....	95
Sobre la calcinacion (1896).....	101
Sobre la elaboracion del fierro con fierro viejo en Chile (1896).....	115
Sobre la minería i metalúrjia chilenas; Conclusiones jenerales su- jeridas por el estudio del Anuario del señor Rothwell (1896).....	211
Sobre la trasformacion de la hematita roja de Birmingham, Ala- bama, en hierro magnético para los efectos de su concen- tracion (1897).....	54
Sobre el comportamiento del oro en las piritas cuando éstas se des- componen a la intemperie (1897).....	60
Sobre la formacion jeológica del salitre bajo el punto de vista de la fermentacion química (1897).....	88
Sobre la manera de reconocer pequeñas cantidades de oro en los minerales (1900) pájs. 79 i.....	117
Sobre jeología (1904).....	343



Sobre la formacion de la pizarra en Chile (1907).....	425
Sobre el costo de la produccion del cobre en Chile (1911).....	309
Sobre la jeolojía de la cordillera patagónica (1912).....	378
Sobre electrometalúrjia de antimonio (1918).....	43
Sobre la industria minera del azogue en Italia i Los Estados Uni- dos (1919).....	136
Socavadoras de carbon; Fuerza requerida para las máquinas (1912).....	204
Sociedad Nacional de Minería; Estatutos de la (1883).....	2
Sociedad Minera Todos Santos (1886).....	446
Sociedad Minera Desengaño (1886).....	550
Id. id. (1887).....	637
Id. id. (1888) pájs. 832 i.....	841
Id. id. (1890).....	137
Sociedad Minera de Chuquicamata (1888).....	870
Id. id. (1889).....	295
Sociedad Minera Turuquiri (1888).....	70
Sociedad inglesa de cobre electrolítico (1889).....	247
Sociedad minera «La Industrial» (1889).....	451
Sociedad de Mineralojía a la Esposicion Universal (1889); Relacion de la visita hecha por la (1890).....	82
Sociedad Minera Dichosa (1890).....	235
Sociedad anónima de matalúrjia del cobre (1890).....	266
Sociedad de Rio Tinto (1890).....	150
Id. id. (1900).....	207
Sociedad civil altos hornos eléctricos de Chile (1900).....	370
Sociedad minera La Central Chile Copper Co. (1905).....	126
Sociedades de esportacion en Scandinavia (1917).....	189
Société des mines de cuivre de Catemu (1909).....	259
Société des mines de cuivre de Naltagua (1909).....	362
Socios; Lista de (1883).....	2
Soda i Cloro (1902).....	183
Sondaje diamantino (1905).....	208
Sondas de percusion; Exploraciones en busca de cobre con (1908).....	89
Stewart Jackson, Juan.—Necrolojía (1892).....	11
Sub-comision de minería de Coquimbo; Dictámen de la (1884).....	12
Sub-comision de minería de Atacama (1884).....	18
Subsuelo segun las distintas lejislaciones del mundo; El dominio del (1919).....	812
Suecia; La minería en (1918).....	66
Sulfato de hierro natural; Noticia de un nuevo (1887).....	735



	PÁJ.S.
Sulfato de amoníaco; Fabricacion del (1889).....	39
Id. id. (1897).....	327
Sulfato de cobre en la agricultura; Empleo del (1890).....	316
Sulfato de cobre; La electrolisis de soluciones de (1898).....	III
Sulfato de amoníaco; El (1911).....	229
Sulfato de aluminio natural de Chile (1919).....	196
Sulfatos de hierro de Atacama; Noticias sobre algunos (1888)....	862
Sulfatos de cobre; Depósitos de (1897).....	523
Sulfatos por medio de la corriente eléctrica; La oxidacion de los (1891).....	8
Súlfuros de cobre; bismuto, plata, estaño, níquel i cobalto, some- tidos a altas temperaturas; Los (1899).....	76
Súlfuros crudos; Fundicion de (1903).....	443
Súlfuros minerales por la flotacion; La concentracion de los (1918).	277
Sundtita.—Un nuevo mineral de Oruro en Bolivia (1894).....	80
Supresion de las calcinaciones en España i sus consecuencias; La (1888).....	826
Suspension de denuncios petrolíferos (Lei 3242, 6 Junio 1917) (1917).	439
Sustancias minerales a que se refiere el artículo 30 del Código de Minería; Nota a fin de uniformar las bases de las concesiones hechas a los particulares de las (1885).....	373
Sustancias minerales declaradas denunciabiles i explotables (1887).	645
Sustancias jelatinosas en relacion con los depósitos de minerales; Las (1912).....	548
Sustitucion de los metales en Alemania (1918).....	339

## AUTORES

Sabatini, Anjel (1919).....	195
Salazar, Ramon (1890).....	5
Salazar i Newman (1891).....	77
San Roman, Francisco J. (1884).....	104
Id. id. (1886).....	534
Id. id. (1894).....	195
Id. id. (1897) pájs. 133, 262 i.....	548
Santa Cruz, Joaquin (1911).....	525
Santa María, Domingo V. (1912).....	12
Schaefer, Jerman (1897).....	141
Schelley, John W. (1918).....	29
Schickendantz, Federico (1890).....	383



	PÁJS.
Schmidt, E., Oscar (1910).....	196
Schneider, Julio (1903).....	346
Id. id. (1905).....	165
Id. id. (1907).....	409
Id. id. (1908) pájs. 3, 156 i.....	294
Schulze, Hans (1885) pájs. 294 i.....	379
Id. id. (1886) pájs. 437 i.....	455
Schulze, Juan (1889) pájs. 378, 412 i.....	439
Sewell Gana, Enrique (1884).....	16
Id. id. (1889).....	208
Silva Cortes, Romualdo (1905).....	300
Silva Prado, Romualdo (1904).....	389
Stansfield, Alfredo (1919).....	514
Steenmann Bonn, G. (1910).....	426
Stelzner, Alfredo (1897) pájs. 26, 106, 147 i.....	235
Studds, Walter R. (1897).....	403
Stuven, Enrique (1887).....	27
Id. id. (1888).....	146
Id. id. (1889) pájs. 413 i.....	440
Id. id. (1896).....	143
Id. id. (1897) pájs. 243 i.....	268
Sundt, Lorenzo (1892) pájs. 104, 131 i.....	164
Id. id. (1894) pájs. 42 i.....	445
Id. id. (1895).....	55
Id. id. (1897) pájs. 139 i.....	509
Id. id. (1898) pájs. 17, 212 i.....	253
Id. id. (1901).....	233
Id. id. (1903) pájs. 200 i.....	274
Id. id. (1904) pájs. 17, 41 i.....	343
Id. id. (1905).....	74
Id. id. (1910).....	438
Id. id. (1911).....	609
Id. id. (1912) pájs. 3, 49 i.....	399
Id. id. (1913).....	103
Id. id. (1914) pájs. 97 i.....	405
Id. id. (1916).....	66
Id. id. (1919).....	255
Sundt, F. A. (1906).....	238
Id. Id. (1907) pájs. 137, 177, 267, 337 i.....	406
Id. id. (1908) pájs. 185, 199, 212, 215, 245, 253, 289, 337, 385, 445, 481 i.....	529



Sundt, F. A. (1909) pájs. 14, 46, 49, 158, 175, 209, 219, 259, 284, 309 i.....	362
Id. id. (1910) pájs. 3, 49, 64, 230, 307 i.....	377
Id. id. (1911) pájs. 57, 115, 116, 309, 316, 319, 373, 382, 386, 392, 409, 465, 474, 480, 482, 513, 650 i.....	697
Id. id. (1912) pájs. 5 i.....	142
Id. id. (1914).....	147
Sustersic, Fernando (1898).....	104
Swart, W. G. (1903).....	40

## T

Tabla de valores de oro (1888).....	76
Taltal (1884) pájs. 22 i.....	36
Id. (1885).....	238
Tanina i la incrustacion de los calderos; La (1888).....	812
Taquímetro chileno; El (1891).....	112
Tarifas diferenciales para el transporte de minerales en los ferro- carriles del Estado (1902).....	251
Tarifas de compra-venta de minerales; Las (1908).....	245
Id. id. (1910) pájs. 230 i.....	307
Tarifas diferenciales i la responsabilidad de la Empresa de los Ferro- carriles en los casos de pérdidas o extravío de la mercadería que no está asegurada; Las (1908).....	313
Tarifas de ensayos i análisis (1909).....	158
Tarifas de fletes de minerales a Europa via Magallanes (1911)....	317
Teléfono; Un nuevo (1887).....	668
Teluro sobre el cobre en caliente; Influencia del (1885).....	232
Teluro; Usos i precios del selenio i del (1918).....	171
Temblores de tierra, sus causas i sus remedios (1889).....	265
Temperatura del interior de nuestro globo (1885).....	304
Temperatura en la amalgamacion; La (1898).....	69
Temperatura de fusion de metales i aleaciones metálicas (1899)...	279
Temperaturas de recorrido de acero i níquel (1918).....	81
Tendencia i organizacion actual de los estudios sismolójicos (1885).	253
Teodolito de minas; Nuevo (1894).....	143
Teoría irónica; La (1907).....	260
Termas litiníferas del valle del Cachapoal; Las (1887).....	718
Termoquímica de los ejes de cobre; Algunas observaciones sobre la (1909).....	46



Termoquímica de la metalúrgia del cobre (1909).....	178
Terremotos; Los (1885).....	246
Terrenos pertenecientes a la época carbonífera?; ¿Existen en Chile (1898).....	212
Terrenos auríferos; La propiedad minera en (1906).....	49
Terrenos salitrales de Tarapacá; Antecedentes sobre los remates de (1912) pájs. 410, 457 i.....	501
Terrenos salitreros en territorio peruano; Exploraciones de los (1915)	21
Terrenos petrolíferos de Magallanes del sur; Informe preliminar sobre los reconocimientos geológicos de los (1916) pájs. 214 i	309
Testos de enseñanza para las escuelas de minería del Estado: Certámen oficial de (1913) pájs. 36, 93, 165 i.....	263
The Copiapó Mining Co. (1891).....	20
The Bingham Consolidated Smelter and Mining Co., Salt Lake City, Utah; El establecimiento de fundicion de cobre de (1903).	44
Timbres, estampillas i papel sellado; Lei reformada de (1910).....	210
Tolvas para minerales en la mina Panizo de Chuquicamata (1911).	57
Tópicos del dia (1902).....	221
Torno de estraccion eléctrica (1896).....	35
Trabajadores en las minas de carboa del pais; Situacion de los (1919)	849
Trabajo en Chile; La crisis del (1914).....	408
Trabajo; Accidentes del. (Lei 3170, 27 Diciembre 1916) (1917)....	195
Trabajo i la vida en el mineral de «El Teniente» (1919) pájs. 271 i	365
Trabajos en las minas; El capital en el (1903).....	340
Trabajos prácticos en la Esposicion de San Luis (1903).....	348
Trabajos mineros; La ayuda i proteccion directa del Estado en los (1904).....	113
Trabajos en el mineral de «El Tofo»; Reseña sobre los (1915)....	434
Transformacion directa de la luz en electricidad (1885).....	304
Transformacion de la plata en oro (1896).....	182
Transformacion de la fuerza motriz por la electricidad i otros métodos (1897).....	60
Transvaal i su industria minera; El (1900).....	35
Trasmision eléctrica de la fuerza en las minas (1885).....	259
Trasmision eléctrica de la enerjía mecánica; La (1886).....	451
Trasmision de corrientes eléctricas alternativas (1891).....	152
Trasmision de la fuerza por la electricidad (1899).....	154
Trasmision de la fuerza por medio de la electricidad, sin alambres; La (1899).....	184
Trasporte eléctrico de la fuerza en Alemania i Suiza; El (1892)...	42



	PÁJES.
Trasporte i distribucion de la enerjía; Las instalaciones eléctricas para el (1900).....	274
Trasportes eléctricos en las galerías de minas; Los (1900).....	26
Trasporte por caminos aéreos; Los (1901).....	153
Tratamiento de minerales oxidados de cobre i el procedimiento Hunt i Douglas (1895).....	173
Tratamiento de los minerales oxidados de cobre, por la via húmeda; Nuevos apuntes sobre el (1895).....	247
Tratamiento de cobres grises mercuriales (1896).....	37
Tratamiento de los minerales de oro del distrito del Guanaco; Sobre el (Desierto de Atacama) (1897).....	272
Tratamiento de 300 toneladas de minerales al dia; Fundicion americana para el (1907).....	119
Tratamiento mecánico de los minerales de Butte (1907) pájs. 165 i	185
Tratamiento metalúrgico de los minerales auríferos, por cloruracion i amalgamacion (1907).....	170
Tratamiento por via húmeda de los minerales de cobre (1913)...	29
Tratamiento eléctrico del mineral de estaño; El (1903).....	251
Tratamiento de los relaves del mineral de «El Teniente» de la Braden Copper Co. (Rancagua) (1916).....	223
Traviesas metálicas; Las (1886).....	412
Tres Puntas (1884) pájs. 43, 135 i.....	174
Id. id. (1885) pájs. 287 i.....	326
Tubos de cobre i sus aleaciones; Nuevo sistema de fabricar (1899).	148
Túnel de Strawberg, de un proyecto de irrigacion en Utah (E. U. A.); El (1912).....	190
Tungsteno en Vallenar; Un yacimiento de (1910).....	397
Tungsteno o wolfram en California; El (1911).....	687
Tungsteno de Campanani, Arica; Depósitos de molibdeno i (1916).	202
Tungsteno igual a la del oro en 1849; La importacion actual del (1916).....	316
Tungsteno; El (1916).....	432
Turmalina con los minerales de cobre en Tamaya i la distribucion jeológica de los minerales boríferos; La asociacion de la (1888).	846
Turmalina en los criaderos de minerales de cobre de Chile; Sobre la existencia de la (1897) pájs. 106, 147 i.....	235

## A U T O R E S

Taggart i Beach (1917).....	49
Taggart, A. F. (1919).....	701



	PÁJS.
This, A. (1907) pájs. 80, 355 i.....	490
Tobelman, Henry A. (1919) pájs. 732 i.....	770
Torres, Marcelo A. (1902).....	403

## U

Ultimo hundimiento i solevantamiento de la Cordillera de los Andes (1894).....	92
Unificacion de las medidas; La (1896) pájs. 139 i.....	155
Unificacion de las empresas ferroviarias de la provincia de Coquimbo (1893).....	45
Uniformidad en las operaciones de los altos hornos (1911).....	18
Universidad del Estado; Los estudios de injeniería de minas en la (1910).....	115
Usos i precios del selenio i del telurio (1918).....	171
Utilidad de los laboratorios industriales (1918).....	528
Utilizacion de la enerjía hidráulica en los Estados Unidos (1916).....	443
Utilizacion de las fuerzas naturales para la produccion de la enerjía eléctrica; La (1919).....	226

## AUTORES

Urbina, Fernando (1918).....	168
Ugalde, Nicolas (1906).....	84
Id. id. (1908).....	533
Ulke, Titus (1899).....	74
Id. id. (1900).....	52
Ungemanch Cood, A. (1885).....	327
Urrutia, Aníbal (1902) pájs. 79 i.....	103

## V

Valor de la plata con relacion al oro (1889).....	305
Valor de la plata i la circulacion de la moneda de plata en Europa, Estados Unidos i la India (1892).....	248
Valor de la plata; Las fluctuaciones en el (1907).....	272
Valor comercial de los diferentes carbonos (1912).....	12
Valuacion de las minas (1895).....	163
Valuacion minera i demostracion metalúrgica esperimental (1911).....	410
Valle del rio Lluta cerca de Poconchile, Km. 41 del Ferrocarril de Arica a La Paz; Reconocimiento jeolójico en el (1917).....	183
Vanadio i sus minerales; El (1886).....	462



	PÁJS.
Vanadio en Bolivia; Datos para la busca del (1911).....	475
Vanadio en los aceros especiales; El papel del (1918).....	101
Variacion de llama de un convertidor de cobre (1911).....	519
Variedades (1884).....	11
Id. (1885) pájs. 272, 292, 316, 348, 380, 388 i.....	396
Id. (1886) pájs. 404, 413, 420, 452, 460, 468, 540, 548, 556, 564 i	588
Id. (1887) pájs. 596, 604, 612, 620, 636, 652, 660, 668, 676, 693, 700, 708, 724, 740, 764, 772 i.....	780
Id. (1888) pájs. 788, 804, 820, 852, 860, 868, 876, 24, 46, 47, 48, 144 i.....	181
Id. (1889) pájs. 212, 236 i.....	282
Varios datos estadísticos con referencia a la produccion de la plata (1893).....	162
Varios datos referentes a la lei potásica de los salitres (1894).....	107
Vattier, Cárlos.—Necrología (1914).....	99
Venero de oro; Un (1892).....	109
Venta condicional de las minas; Los contratos de (1912).....	397
Ventajas del procedimiento Patera-Russell sobre la amalgamacion (1897).....	93
Ventilacion con aire caliente en la fundicion de cobre (1902)....	236
Ventilacion de minas de carbon; Notas acerca de la (1915).....	149
Via de un solo riel sistema Caillet (1897).....	396
Via húmeda de los minerales de cobre; Tratamiento por (1913)....	29
Vías aéreas o andariveles (1903).....	65
Viaje de instruccion de los alumnos de ingeniería de minas (1890) pájs. 15, 66 i.....	111
Viaje de estudio a la rejion salitrera (1910).....	247
Vida en el mineral de «El Teniente»; El trabajo i la (1919) pájs. 271 i	365
Viento i la electricidad; El (1894).....	77
Visita a la Escuela Práctica de Minería de Santiago; Una (1891).	18
Visita de S. E. el Presidente de la República a las Oficinas de la Sociedad (1893).....	92
Visita a la Sociedad de los Delegados al Congreso Científico (1909).	3
Visita al mineral de «El Teniente»; Una (1913).....	230
Visita a los altos hornos de Bilbao; Una (1919).....	427

## A U T O R E S

Valdes G., Enrique (1915).....	428
Vargas Salcedo, Jorje (1902).....	275



Vattier, Cárlos (1884) pájs. 192 i.....	197
Id. id. (1885).....	398
Id. id. (1893).....	134
Id. id. (1901) pájs. 15, 47, 83, 97, 247, 323 i.....	355
Id. id. (1902) pájs. 143, 197 i.....	261
Id. id. (1903).....	328
Id. id. (1907).....	67
Id. id. (1909).....	7
Id. id. (1911).....	237
Id. id. (1913).....	107
Velásquez de Leon, Manuel (1886).....	449
Verrier, M. C. (1899) pájs. 24 i.....	48
Vicens, Tuan B. (1886) pájs. 490 i.....	495
Viera Gallo, Hermójenes (1915).....	434
Vicuña, Manuel J. (1888) pájs. 800, 805, 813 i.....	856
Vicuña, Tomas (1888) pájs. 833 i 841.....	841
Vicuña D., Octavio (1909).....	371
Vincent, C. M. (1884).....	126

## W

Wolfram (1907).....	225
Washoe Smelter.—Anaconda, Montana (1906).....	350
Witwatersrand; Costo i utilidades en (1909).....	389

## AUTORES

Wagner, Paul (1909).....	173
Walker, Cárlos H. (1897) pájs. 3, 463, 520 i.....	546
Walker, Edward (1902).....	183
Wells, Roger C. (1918).....	271
Williams, M. E. Alberto (1894).....	79
With, Emilio (1884).....	23

## Y

Yacimiento de lápiz-lázuli (1897).....	99
Yacimiento de tungsteno en Vallenar; Un (1910).....	377



Yacimiento de cobre en Amolanas en el departamento de Copiapó (1919).....	3
Yacimiento de salitre en Colombia (1919).....	363
Yacimientos auríferos de la Tierra del Fuego (1892).....	233
Yacimientos de estaño en Bolivia (1894).....	241
Yacimientos auríferos de Chile (1895).....	109
Yacimientos metalíferos chilenos i sus relaciones con rocas eruptivas; Algunas observaciones sobre (1896).....	86
Yacimientos auríferos del occidente de Australia; Contribucion al conocimiento de los (1898).....	135
Yacimientos auríferos en jeneral i conglomerados marinos auríferos en especial (1898).....	253
Yacimientos carboníferos de Cobquecura, Departamento de Itata; Los (1907).....	409
Yacimientos de petróleo en el sur de Chile (1909).....	357
Yacimientos metalíferos; Afloramiento de los (1910).....	80
Yacimientos metalíferos en la cordillera de la América del Sur i sus relaciones con ciertas rocas eruptivas (1910).....	426
Yacimientos de fierro en Minesota; Los (1911).....	383
Yacimientos de fierro; Contribucion a la jeolojía del valle de Huasco i del departamento de La Serena, con una breve descripcion de los (1913).....	447
Yacimientos petrolíferos de Sud América y sus aplicaciones a Chile; Datos sobre algunos (1914).....	138
Yacimientos de cobre de Katanga; Los (1917).....	479
Yacimientos de potasa; El Salar de Pintados i sus (1918).....	3
Yacimientos metalíferos (1918).....	127
Yacimientos carboníferos del Brasil; La explotacion de los (1919).....	129
Yeso i puzzolanas; La industria de los morteros, cales, cemento. (1911).....	584
Yodo como reactivo ante el soplete (1885).....	304
Yodo en las aguas del mar (1900).....	127
Yodo en Chile; La industria del (1914).....	270

## AUTORES

Yunge, Guillermo (1902) pájs. 1, 75, 192, 207, 221, 238, 249 i....	325
Id. id. (1903) pájs. 44, 68, 126, 218, 240 i.....	246
Id. id. (1904) pájs. 1, 49 i.....	113
Id. id. (1910).....	481
Id. id. (1911) pájs. 561 i.....	614
Id. id. (1912) pájs. 149, 190, 197, 317 i.....	397
Id. id. (1917).....	594



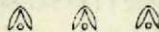
Yuste, P. (1898) pájs. 56 i.....	365
Id. id. (1899).....	212
Id. id. (1900) pájs. 52, 209, 211, 265, 267 i.....	351

## Z

Zeolitas de la coleccion mineralógica del Museo Nacional; Las (1887) pájs. 656 i.....	661
Zona carbonífera de Chile; Estudios de la (1907) pájs. 388 i.....	438
Id. id. (1908) pájs. 28, 64, 276, 333, 377, 429, 474 i.....	526
Zona carbonífera del sur de Curanilahue en la provincia de Arauco; Los carbones del valle lonjitudinal i la (1913).....	459
Zinc i la Sociedad Vieille Montagne; El (1887).....	707
Zinc de Missouri; Los minerales de plomo i (1909).....	328
Zinc i plomo de Shui-Ko-Shan en Hunan, China Central; Las minas de (1917).....	581
Zinc en Australia; La industria del (1919).....	129

## AUTORES

Zegers, Luis L. (1889).....	337
Id. id. (1890).....	419
Id. id. (1891).....	63
Id. id. (1892) pájs. 5, 25, 49, 73, 97 i.....	121
Id. id. (1893).....	253
Zelaya, César (1913) pájs. 239, 240 i.....	516
Id. id. (1914) pájs. 26 i.....	101





## Indice Jeneral del Boletin Minero de 1920

### A

Andes Copper Mining C. <sup>o</sup> —Potrerillos, El desarrollo de la.....	218
Anhidrido sulfuroso para lixiviar minerales de cobre, El empleo.....	221
Apuntes de Química Analítica, 278, 314 i.....	405
Aldana, A.....	335
Arrhenius, S. A.....	575

### B

Braden Copper Company, Las minas de la.....	238
Blake, C. W.....	312
Bruhns, W.....	338
Berthelot, Ch., 369 i.....	453

### C

Contribucion al estudio de la flotacion, pájs. 102 i.....	210
Collins, H. F.....	141
Cobre, Tratamiento hidroeléctrico de minerales de, pájs. 195, 305 i...	428
Chuquicamata, Las Minas de la Chile Exploration C. <sup>o</sup> .....	260
Carbon, La crisis del, pájs. 369 i.....	453
Copaquire, Una excursion al yacimiento de sulfato de cobre de.....	502
Cobre, Yoduracion de.....	535
Cremer, Félix.....	535
Combustible coloidal.....	705
Concha, Aquiles.....	711
Coke metalúrgico, La evolucion de la Industria del.....	728

### E

Explotacion i preparacion del kaolín o tierra de porcelana.....	3
El Bureau of Mines de los Estados Unidos.....	124



El desarrollo de la Andes Copper Mining C.º en Potrerillos, Chile.....	218
Empleo del anhídrido sulfuroso para lixiviar minerales de cobre.....	221
Echikson, E.....	297
El agua en la pendiente occidental de la cordillera real entre la quebrada de Huatacondo i la quebrada de Tarapacá, pájs. 469, 582 i.....	629
El tonelaje de la marina mundial.....	508
El problema de la provision mundial de enerjía.....	575
El níquel—Su metalúrjia—Sus empleos.....	718

## F

Flotacion, Contribucion al estudio de la, pájs. 102 i.....	210
Fuerza industrial en la costa del Pacífico.....	174
Felsch, Dr. Juan, pájs. 469, 582 i.....	629
Fierro en el sur de Atacama, Los yacimientos de.....	691

## G

Graham, H. R.....	238
Gallo, Gino.....	564
González, Pedro.....	570
Grafito dedicado a la fabricacion de crisoles, Refino del.....	711

## H

Harding, James E.....	218
-----------------------	-----

## I

Informes Consulares.....	335
Indice Jeneral del Boletin de la Sociedad Nacional de Minería, pájs. 351, 437, 518, 601, 665 i.....	772
Importancia del Laboratorio del Instituto Jeolójico en la industria nacional.....	513

## K

Kaolin o tierra de porcelana, explotacion i preparacion del.....	3
--	---

## L

La Industria del Cobre i el Mineral de Potrerillos.....	11
La industria de la sal, Tecnología de la, pájs. 37 i.....	63
La industria de la porcelana en el sur de Inglaterra.....	141
La participacion en los beneficios.....	154
La organizacion industrial de Alemania.....	162



La industria minera en el Perú.....	189
Las minas de la «Braden Copper C.º».....	238
Las minas de la «Chile Exploration C.º» Chuquicamata.....	260
La crisis del carbon, sus causas, sus consecuencias, pájs. 369 i.....	453
La novela del descubrimiento de las minas.....	485
La crisis del cobre en Alemania durante la guerra.....	564
La anquilostomiasis en el Estado de Hidalgo.....	653
Los yacimientos de fierro en el sur de Atacama.....	691
Linnemann, Clemente.....	705
La evolución de la industria del coke metalúrgico.....	728
La industria del ázoe en los Estados Unidos.....	715

## M

Marín Vicuña, Santiago, pájs. 11 i.....	189
Mineral de Potrerillos, La industria del Cobre i el.....	11
Moctezuma, Francisco G., pájs. 37 i.....	63
Monografía de la naturaleza i usos del capital aplicado mas especialmente a la industria minera.....	242
Malsch, Carlos, pájs. 278, 314 i.....	405
Modo de establecer el informe anual sobre la situacion de las minas al Consejo Superior del Ministerio de Industria i de Minas o a la Direccion Jeneral del Estado frances.....	619

## N

Nacionalizacion de las minas.....	149
-----------------------------------	-----

## O

Oehmichen, Juan.....	502
----------------------	-----

## P

Produccion de cobre en los Estados Unidos.....	169
Peña i Lillo, Oscar, pájs. 195, 278, 305, 314, 405 i.....	428

## Q

¿Quién posee el mundo?.....	133
Química Analítica, pájs. 278, 314 i.....	405

## R

Rhea G., Robert, pájs. 195, 305 i.....	428
Refinacion del Tungsteno i del Molibdeno.....	312



Rocas del Volcan Osorno.....	338
Rickard, T. A.....	485
Reseña de los trabajos que está ejecutando la Comision del Instituto Geológico Nacional, para el levantamiento económico jeológico del valle de Méjico.....	570
Remocion del Cerro Sacramento.....	765
Refino del grafito dedicado a la fabricacion de crisoles.....	711

## S

Situacion del mercado de metales i minerales, pájs. 59, 128, 166, 192, 294, 331, 401, 466, 597, 661 i.....	767
Sulman, H. Livingstone, pájs. 102 i.....	210
Spurr, J. E.....	133

## T

Tecnología de la industria de la sal, pájs 37 i.....	63
Tagle Rodríguez, Emilio.....	149
Tratamiento hidroléctrico de minerales de cobre, pájs. 195, 305 i.....	428
Tratamiento químico del agua de alimentacion de calderas.....	297
Thoreau, J.....	674

## U

Una excursion al yacimiento de sulfato de cobre de Copaquire en el norte de Chile.....	502
--	-----

## V

Volcan Osorno, Rocas del.....	338
-------------------------------	-----

## Y

Yeatman, Pope.....	260
Yoduracion de Cobre.....	535

## Z

Zárate, José de.....	513
----------------------	-----

