

# BOLETIN

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

### DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

**Presidente**  
**Cárls Bessa**

**Vice-Presidente**  
**Cesáreo Aguirre**

**Directores**

Aldunate Solar, Cárlos  
Avalos, Cárlos G.  
Braden, Guillermo  
Elguin, Lorenzo  
Gandarillas, Javier

Ghigliotto Salas, Orlando  
Lanas, Cárlos  
Lecaros, José Luis  
Lira, Alejandro  
Maier, Ernesto

Malsch, Cárlos  
Matta Felipe  
Pinto, Joaquin N.  
Soza Bruna, Francisco  
Yunge, Guillermo

**Secretario**

OSVALDO MARTÍNEZ C.

## Informe sobre el carbon submarino en la costa de la provincia de Arauco

SEÑOR MINISTRO:

Me permito presentar a US. los resultados de mis investigaciones efectuadas durante el verano pasado en la provincia de Arauco. Los estudios se han ejecutado en conformidad con una comunicacion de la Sociedad Nacional de Minería del 22 de enero de 1914, en la cual se me participó que US. deseaba que se hiciera una investigacion respecto al carbon submarino i la probabilidad de si los mantos de Curanilahue i Pilpilco se internan en el Mar Pacífico.

Para averiguar si los mantos de Pilpilco llegan hasta la rejion del mar, he seguido i estudiado el perfil puesto a descubierto por el rio Lebu i su afluente el rio Pilpilco. El manto de Pilpilco que pertenece al grupo superior de mantos, se habia observado en mi segundo informe sobre la Rejion Carbonífera hasta la desembocadura del estero Zapallo en el rio Pilpilco. Siguiendo este último rio desde este punto nos encontramos siempre con las capas terciarias marinas que son superpuestas al carbon, hasta llegar al puente del camino público de Curanilahue a Lebu. En ese punto las dos riberas del rio están formadas por las

areniscas límnicas que se encuentran entre los mantos de carbon i abajo de manto de Pilpilco. Unos trescientos metros rio abajo del puente se halla un afloramiento de un manto delgado de carbon que pertenece al grupo inferior de mantos. Las areniscas que acompañan al rio en su curso quedan las mismas hasta llegar a las areniscas marinas. Pero no se encuentra ningun afloramiento de carbon como deberia esperarse en el límite entre las capas límnicas i marinas. Esta ausencia del carbon podrá esplicarse por un hundimiento, pues se observa una falla en el cañon del rio la que ha hecho bajar el lado occidental. Mas hácia el sur en las vertientes del estero Pata de Vacas se ha trabajado algunos años atras una mina de carbon. Siguiendo el rumbo del manto de esta mina hácia el norte, llegamos exactamente al punto donde se deberia encontrar el afloramiento de carbon en el rio Pilpilco. El perfil del manto de la mina en el Fundo Pata de Vacas es el siguiente:

|       |  |
|-------|--|
| techo | arenisca gruesa                                      |
|       | 0,15 m carbon  |
|       | 0,10 m bronce  |
|       | 0,40 m carbon  |
|       | 0,02 m arenisca oscura                               |
|       | 0,10 m carbon  |
| piso  | areniscas arcillosas, rayadas,<br>mui ricas en micas |

Por la formacion del carbon i por el piso que es mui parecido al del Manto Doble de la mina Melita, debemos considerar el carbon de la mina Pata de Vacas como perteneciente al manto doble, de modo que podemos esperar el manto de Pilpilco a una hondura de unos 15 metros mas.

Volviendo al rio Pilpilco i siguiendo su curso, nos encontramos siempre en las capas fosilíferas del terciario superior hasta llegar a la desembocadura del estero Pata de Vacas. En este punto reaparecen las areniscas duras i gruesas que forman el piso del manto Pilpilco. Han sido levantadas hasta la superficie por una falla que corre de norte al sur. Cerca del límite de estas areniscas límnicas se ve un afloramiento de un manto delgado de carbon. El manto principal probablemente queda escondido bajo los escombros del cerro. Desde este punto hasta la desembocadura del rio Pilpilco en el rio Lebu (rio Cupaño) los cerros están formados por las areniscas fosilíferas de la seccion terciaria superior. En esta parte el rio Lebu corre en un valle hondo i estrecho que corresponde a una falla, pues reaparecen las areniscas límnicas con un afloramiento de carbon. La falla está acompañada de grandes perturbaciones de las capas que en algunos puntos tienen posicion vertical, en otros clavan al Este. Cerca de la Mina Cupaño se ve un manto de unos 30 cm. de espesor. Tambien al lado sur del rio se hallan afloramientos de mantos delgados que pertenecen al grupo superior de mantos. Llama la atencion que desde las minas de Pilpilco hasta el rio Lebu no se han encontrado afloramientos de ningun manto grueso, aunque las toscas que encierran los mantos principales del grupo superior aparecen repetidas veces en la superficie. Seria de

gran importancia hacer uno o dos barrenos en puntos adecuados para obtener perfiles exactos con los mantos incluidos.

Desde las minas de Pilpilco las capas tienen rumbo de Norte al Sur i manto de  $12^{\circ}$ — $20^{\circ}$  al Oeste. La línea mas occidental de afloramiento de carbon se halla al Norte de Los Alamos en el rio Lebu (Cupaño). Mas hácia al Oeste, hasta llegar al Fundo Victoria cerca de Lebu, se ven sólo afloramientos de las areniscas fosilíferas de la seccion superior; el carbon queda abajo i no se conocen afloramientos de carbon. En esa rejion sólo por sondajes se pueden obtener datos sobre la hondura i calidad de los mantos de carbon. Es mui difícil observar la inclinacion i el rumbo de las capas marinas, porque éstas siempre se presentan mui descompuestas en pedacitos chicos sin alguna indicacion de estratificacion. En algunos puntos como p. e. en el fundo Rosal he anotado direccion N.—S., manto  $5^{\circ}$ — $12^{\circ}$  O. En el fundo Victoria ya nos hallamos en la rejion minera de Lebu, que se distingue por gran irregularidad del rumbo i manto de las capas. Esta rejion se encuentra descrita en mi «Primer Informe sobre la Zona Carbonífera».

Como se ve de la descripcion anterior, no era posible seguir los mantos de Pilpilco hasta el mar. Lo impide especialmente la circunstancia de que la rejion entre Los Alamos i Lebu carece de afloramientos de carbon. Pero el estudio de las toscas que acompañan i encierran el carbon, prueba que los mantos de Curanilahue i Pilpilco pertenecen al grupo superior de mantos, por la cual les corresponden los mantos superiores de Lebu i principalmente el manto Huitrero de las minas Victoria i Amalia. Esta prueba se encuentra en el primer i segundo Informe, presentado al Ministerio.

Una descripcion detallada de la costa al Norte de Lebu hasta Millongue junto con perfiles i planos se halla tambien en el primer informe. El carbon que aflora en los cerros se halla a una altura excesiva para permitir una explotacion debajo del fondo del mar. La costa entre Millongue i Buenapiden consiste esclusivamente de las capas marinas superiores al carbon; afloramientos de este mineral no se conocen en toda la costa, a no ser unos pedazos irregulares donde baja el camino de Ranquil a Yane a la playa. Estos pedazos de carbon no forman ningun manto regular i se encuentran en arcillas bien estratificadas que no pertenecen a la seccion carbonífera que encierra los mantos explotables de la provincia. Estos deben encontrarse a una hondura de a lo menos 200 m. o mas. La direccion de las capas varia entre N.  $30^{\circ}$  O. i N.  $40^{\circ}$  E., el manto entre  $15^{\circ}$  i  $27^{\circ}$  hácia al Oeste. La tectónica de esta rejion es bastante regular, lo que favorecería la explotacion del carbon. En cuanto a la calidad i el espesor del carbon se puede decir mui poco en vista de la ausencia de afloramientos de carbon. Tambien mas hácia el Este, en el fundo Antihue observé sólo las mismas areniscas fosilíferas superiores al carbon. Buscando algunos datos con respecto al carbon debemos fijarnos en los afloramientos mas cercanos que se hallan en Huenapiden i en Lebu. En Huenapiden se habia trabajado un manto de un espesor de 1.20 m. segun el Mr. Shand, antiguo ingeniero de esta mina. Se paralizó el trabajo porque se perdió el carbon en varias fallas i no volvió a encontrarse. El carbon explotado en Huenapiden debe corresponder al manto Huitrero de Lebu a causa de las areniscas marinas, que siguen unos diez metros encima del carbon. So-

bre el valor del carbon explotado en Lebu no tengo nada que decir, solo quiero mencionar que allá se explotan hasta cuatro mantos diferentes. Al norte de Lebu en el fundo Millongue se hallan los mismos mantos; este punto dista solo 7 km. de Ranquil. Por estos motivos parece mui probable que un sondaje en la playa de Ranquil pueda encontrar carbon explotable. La posicion de los mantos a bastante hondura es mui favorable, porque la explotacion puede empezar directamente desde el pique i no hai que temer filtraciones del agua del mar. El mejor punto de sondaje seria la playa septentrional de Ranquil en el lugar donde se encuentran los pedazos de carbon en las arcillas bien estratificadas. La profundidad exacta del manto superior no se puede indicar, pero segun las arcillas se deben calcular a lo ménos 200 m. Se debe hacer el sondaje con una máquina que alcance a lo ménos una hondura de 500 m., pues la distancia entre el manto inferior i el superior es de unos 150 m. Un sondaje en este punto aconsejado ya en mi primer informe tendria fuera del interes particular de los dueños de las pertenencias submarinas tambien una gran importancia para nuestros conocimientos de toda la zona carbonífera, pues las capas de ese punto ocupan grandes partes de la provincia de Arauco sin que hasta ahora se sepa nada respecto a la altura exacta que tienen sobre los mantos de carbon.

Siguiendo la playa hácia el norte encontramos en las rocas entre los rios de Locobe i Quidico areniscas fosilíferas con posicion casi horizontal. Las mismas capas forman toda la costa desde Yane hasta Raimenco. Son areniscas verdosas i bastante duras, mui parecidas a las que encierran los mantos de carbon en Lebu i Collico; pero se distinguen de ellas por contener muchos fósiles. Todavía no es posible fijar la posicion estratigráfica de las capas de Yane. No pueden pertenecer al terciario superior que está representado cerca de este punto por areniscas mui arcillosas enteramente distintas. Seria posible que pertenecieran al terciario marino inferior o que correspondieran a las areniscas límnicas de la seccion central carbonífera. La presencia de los fósiles se podria explicar fáclmente por la hipótesis de que en la rejion entre Yane i Raimenco nos encontramos en el límite occidental de la zona carbonífera, donde se trasforman los sedimentos depositados en la tierra firme que encierran el carbon, en capas sedimentadas en el mar. Por esto se explica tambien la ausencia del carbon en esta rejion. De consiguiente hai poca probabilidad de encontrar carbon explotable entre Yane i Raimenco, tanto ménos por cuanto nos encontramos allá en una rejion cruzada por numerosas fallas.

En Raimenco se explota un manto de 0.80-1.10 m. de carbon, que corresponde al manto Huitrero de Lebu, segun las capas características que están superpuestas al manto. En toda la costa desde Raimenco hasta Llico se ven unos cuantos afloramientos de carbon del manto superior con inclinacion hácia el N. O. Pero el carbon que aflora en los cerros se halla a una altura excesiva para permitir una explotacion debajo del fondo del mar; a corta distancia reaparece en el cerro el mismo manto levantado por una falla.

Desde Llico hasta la desembocadura del rio Tubul no se conocen afloramientos de carbon; los cerros vecinos al mar están formados por las areniscas marinas de la seccion superior; el carbon queda abajo a cierta profundidad.

La primera parte de la playa al Este de Llico presenta muchas rocas lavadas por las olas. La gran variación del rumbo i manteo de las areniscas indica la presencia de muchas fallas que podrían dificultar la explotación del carbon. Por esto no puede recomendarse esa rejion, aunque el carbon se encuentre probablemente a poca profundidad.

Siguiendo la playa hasta la Punta de Fraile encontramos en ésta areniscas mui ricas en fósiles que se han dado a conocer en mi primer Informe. Las capas tienen rumbo N.-S. i un manteo de 8° hácia el Este. La misma dirección e inclinación parece seguir, en cuanto se pueda observar, hasta la Punta Pichicui. Entre esas dos puntas debemos esperar un campo mui regular que favorecería mucho la explotación del carbon. El carbon ha de encontrarse, lo mismo como en Ranquil, en una hondura de a lo ménos doscientos metros i se extenderá por grandes areales debajo del mar. Con respecto a la calidad i el espesor del carbon no se puede decir mucho. Las minas mas cercanas se hallan en Peumo, donde se han explotado tres mantos diferentes. El manto superior vuelve a encontrarse al Oeste, en la mina de Raimenco. Pero las distancias son demasiado considerables para permitir conclusiones seguras respecto a los mantos que se encontrarían por medio de un barreno hecho en la Punta del Fraile. Las areniscas fosilíferas de esta punta son las mismas como las de Ranquil, de modo que la profundidad del primer manto de carbon corresponderá mas o ménos a la de Ranquil. Para cortar los mantos inferiores se necesitará una máquina de sondajes que alcance a lo ménos 500 m. La importancia de este barreno no se limita a la rejion del sondaje mismo, sino aumentará nuestros conocimientos con respecto a la estratigrafía de las capas carboníferas.

El campo carbonífero de la Punta del Fraile será probablemente mas regular que el de Ranquil a causa de su tectónica aun mas sencilla. Además las vías de comunicación favorecen la rejion al oeste de Arauco. El ramal del ferrocarril a Arauco dista solo unos 15 kilómetros de la Punta del Fraile. La construcción de un puerto no encontraría grandes dificultades i las lanchas que llevan el carbon al puerto de Coronel para venderlo a los vapores trasatlánticos, tendrían que pasar solo por las aguas tranquilas de la Bahía de Arauco en vez de hacerlo desde Ranquil por el océano abierto.

Entre el rio Tubul i la ciudad de Arauco no se ven capas del terciario carbonífero, porque están cubiertas por arcillas i arenas del plioceno i cuaternario. No cabe duda de que existe carbon en esta rejion, pero no se puede decir nada sobre la profundidad i el mejor punto de sondaje. Sin embargo se pueden recomendar sondajes en esta rejion, siempre que queden bajo la supervijilancia de un ingeniero que sabe distinguir las diferentes capas carboníferas. En el momento que el barreno haya perforado las primeras toscas terciarias, debe el ingeniero examinarlas para saber si estas se encuentran encima o debajo del primer manto de carbon. Tomando en consideración la distancia de la ciudad de Arauco del límite oriental de la Zona Carbonífera, el carbon en Arauco ya puede encontrarse a suficiente profundidad para permitir una explotación debajo del mar.

*Conclusion.*—De la exposición anterior se desprende que los pronósticos jeológicos en jeneral son favorables a la existencia de carbon debajo del mar

que baña las costas de Arauco; pero solamente por sondajes de gran profundidad se podrá averiguar si esos mantos de carbon cuya existencia es probable, son explotables o nó.

JOHAUNES BRÜGGEN.

Jeólogo del Ministerio de Industria i  
Obras Públicas.



207 y 208

## Lejiviacion i precipitacion electrolítica del cobre en Chuquicamata <sup>1</sup>

La mina de cobre «Chuquicamata» está en Chuquicamata que es una estacion de un ramal del ferrocarril de Antofagasta a Bolivia, en la provincia de Antofagasta. Chuquicamata dista 165 millas por ferrocarril de Antofagasta; i 82 millas en línea recta de la costa i está a la altura de 9,500 piés sobre el nivel del mar. Desde hace mucho tiempo al yacimiento se le conocia como el depósito de atacamita de Chile, i desde antiguo fué trabajado por los nativos del pais. Como prueba de esto, se encuentran en los trabajos antiguos muchos utensilios de piedra, tales como martillos i aun mómico.

El depósito consiste en brochantita, la que está contenida en los clivajes de la grandiorita, mezclada en parte con chalcantita i tambien con atacamita i todo va asociado a un depósito de sal. En la parte superficial del depósito se encuentra tambien algo de caliche.

Este depósito, llamado los *llamperos*, se estiende en un largo de 8,000 piés i en un ancho medio de 500 piés. Perpendiculares al largo del depósito, se han abierto numerosas galerías i grandes cantidades de mineral se han dejado en los desmontes provenientes de estos túneles. Desde las galerías se han hecho chimeneas a la superficie i hai partes en que el cielo de estas solo tiene 8 a 12 pulgadas de espesor. Tambien se han construido varios piques a traves del depósito, i el mas profundo de estos llega a 110 metro.

### ADQUISICION I RECONOCIMIENTO DE LA PERTENENCIA

El yacimiento fué adquirido por Alberto C. Burraje, de Boston, quien, con los Guggenheim e hijos, formaron la «Chile Exploration C.º», i el yacimiento pertenece actualmento a esta Compañía. El yacimiento se ha recono-

(1) Traducido del «*Mining and Scientific Press*», mayo 2 de 1914.

cido con sondas de percusion, con lo cual se ha determinado la existencia de mas de 200.000,000 toneladas de mineral. Muchas de las perforaciones se pasaron cuando aun los planes estaban en mineral.

La corrida media del mineral es de Norte a Sur. Ultimamente se han ejecutado un cierto número de sondajes a diamante a considerable distancia al Oeste de los *llamperos* i despues de atravesar 300 a 400 piés de terreno, se ha nuevamente encontrado chalcocita i chalcopirita, lo que asegura que el tonelaje previamente dado, se aumenta materialmente. De las 200,000,000 de toneladas reconocidas en la zona de los *llamperos*, dos tercios son de brochatita i un tercio de sulfuros. No se ha reconocido cambio en la formacion, aun en los sondajes mas profundos, pues siempre el mineral se presenta en el clivaje de la granodiorita. Las perforaciones mas profundas quedan siempre en el mineral primitivo. Por la cantidad de mineral reconocido e indicado, parece que la mina Chuquicamata es probablemente el depósito de cobre mas grande que actualmente se conoce.

Esa creencia jeneral que este grande i bien conocido depósito estaba formado por atacamita i como tal no podia trabajarse con beneficios por alguno de los métodos ya conocidos: 1.º, a causa de lo mui silíceo del mineral i la falta de sulfuros i de agua, i segundo a causa de la volatibilidad del cloruro de cobre en la fundicion. Se demostró que el mineral no era atacamita (oxi-cloruro de cobre), sino brochantita (oxi-sulfato) i que mezclado con la brochantita en la parte superior habia un depósito de sal. Siendo la brochantita, un oxi-sulfato de cobre, es insoluble en agua, pero fácilmente se disuelve en ácido sulfúrico diluido. Por tanto quedaba demostrado que el procedimiento para tratar el depósito de brochantita debia ser un proceso de via húmeda.

#### ESPERIMENTOS PRELIMINARES

Para esperimentacion en pequeña escala, se enviaron a Nueva York, una 600 toneladas de mineral, que fuesen una muestra representativa del mineral contenido en el depósito. Al principio las pruebas se hicieron en mui pequeña escala i gradualmente, así que los resultados fueron prometedores, se fué aumentando la escala de esperimentacion i se llegó a tratar dos toneladas diarias. El término medio de la lei en cobre del mineral así tratado, fué de unos 2%. Los principales problemas que se presentaban para resolverlos eran los siguientes: 1) la solubilidad del mineral de cobre en el ácido sulfúrico; 2) la cantidad de reactivo necesario como disolvente; 3) la cantidad de impurezas que entrarian en la solucion; 4) la precipitacion del cobre de la solucion obtenida.

Los primeros pasos en la resolucion de estos problemas, pueden resumirse así:

1.—*Solubilidad del mineral.*—Las esperiencias hechas en pequeña escala pusieron de manifiesto que el mineral era fácilmente soluble en ácido sulfúrico diluido i frio i que solo era necesario una molienda mas o ménos gruesa.

2.—*Reactivos necesarios.*—Despues de prolongadas esperiencias, se comprobó que el mineral daba suficiente ácido sulfúrico, proveniente de la des-

composicion del sulfato de cobre contenido en la brochantita, para compensar las pérdidas de ácido sulfúrico habidas en el procedimiento. Las pérdidas de ácido se deben principalmente a dos causas: primero, pérdidas debidas a que el ácido disuelve otras sustancias ademas del cobre del mineral i segundo, por el arrastre de solucion por los tailing (lomas).

3.—*Impurezas que entran en la solucion.*—Esperiencias, largas tambien, han demostrado que no se acumularán muchas impurezas perjudiciales en la solucion, fuera del cloruro proveniente del depósito de sal mezclado al mineral en la parte superior del yacimiento.

4.—*Precipitacion del cobre.*—Las esperiencias efectuadas en nuestro establecimiento de ensayos ha demostrado de un modo concluyente que de la solucion con ácido sulfúrico se puede obtener un cobre electrolítico de excelente calidad.

#### LEJIVIACION ESPERIMENTAL

Despues de terminar un cierto número de pruebas de lejiuacion en la escala capaz de hacerse en un laboratorio, i despues de experimentar repetidas veces con 100 kilos de mineral cada vez, se hicieron esperiencias en mayor escala i se concluyó una planta para tratar dos toneladas de minera, por dia. En esta planta se han tratado 131 cargas de mineral i se ha manipulado enteramente como si fuese una unidad de trabajo; lejiuando el mineral lavándolo, purificando i electrolificando las soluciones obtenidas i lejiuando la carga siguiente de mineral con la solucion proveniente de la electrolificacion de la solucion de la carga anterior.

En esta planta se trataron minerales que representaban el carácter jeneral del mineral oxidado de Chuquicamata; unos altos en cobre, otros bajos; unos abundantes en impurezas, otros pobres; i suficientes pruebas se hicieron para probar el método con minerales ricos i pobres; tambien se esperimentó con minerales que contenian gran cantidad de sal i otros poca, pues ésta es la principal impureza del yacimiento. Sin embargo, el depósito de sal solo llegó hasta los 50 piés de profundidad i su accion es mas marcada en los primeros 25 piés.

A fin de estar seguro que el método es aplicable aun en las condiciones mas adversas, la misma solucion se empleó continuamente en el tratamiento de las 131 cargas de mineral, i solo se separaba solucion para impedir un exceso de ácido. Despues se hizo un análisis completo de esta solucion i dió el siguiente resultado:

Gramos por litro

|         |       |
|---------|-------|
| Cu..... | 50.44 |
| Fe..... | 3.71  |
| Mu..... | 0.07  |
| P.....  | 0.06  |
| As..... | nada  |
| Sb..... | nada  |



|   | Gramos por litro |
|---|------------------|
| Ca O.....   | 0.80             |
| Mg O.....   | 3.32             |
| Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> .....                    | 1.61             |
| Na <sup>2</sup> O.....                                  | 21.60            |
| K <sup>2</sup> O.....                                   | 5.05             |
| S O <sup>3</sup> .....                                  | 122.75           |
| Cl.....   | 11.52            |
| Acido libre (como SO <sup>4</sup> H <sup>2</sup> )..... | 28.00            |
| Total de sólidos despues de ignicion.....               | 189.40           |
| Acido nítrico.....                                      | 4.00             |

Los resultados obtenidos con la solución con que previamente se trató 131 cargas de mineral, fueron tan buenos como los obtenidos con la solución preparada con ácido sulfúrico i agua. En otras palabras se ha comprobado que las impurezas acumuladas en absoluto no tienen acción ninguna en los resultados obtenidos. La extracción media obtenida en esta planta de dos toneladas fué de 99.99%.

Después de las experiencias efectuadas en esta planta de 2 toneladas se construyó una tina de concreto para la lejiación, dicha tina se revistió con asfalto, la sección fué de 4 por 6 pies i 15 pies de profundidad, capaz de contener 15 toneladas de mineral; con esta profundidad se consiguió tener el mismo espesor de mineral que tendrán las tinas que actualmente se construyen en Chuquicamata. (Véase Mining and Scientific Press, abril 11, 1914 p. 620). La cuestión que había que resolver era si sería posible lejiar el mineral en estanques con dicha hondura. Experiencias intensivas confirmaron plenamente los resultados obtenidos en estanques más pequeños.

En los estanques de 2 toneladas se construyó un filtro de madera cubierto con una capa de cocoa i en las tinas de 15 toneladas se hicieron muchas experiencias sin poner ningún filtro en el fondo, i solo se dispuso un pedazo de tela de cocoa en la cañería de salida. Las pruebas se hicieron sin ayuda de calentamiento. El lavado del mineral se hizo por el método llamado de «piston», se dió un lavado final con agua, i los tailing descargados contenían un término medio de 12% de humedad i un 0.04% de cobre soluble en agua.

#### EXTRACCIONES OBTENIDAS

Los resultados hasta la fecha obtenidos de las lejiaciones son los siguientes:

|  | Por ciento |
|--|------------|
| La extracción media obtenida cuando se trataban lotes de 100 kilos c/u, fué.....         | 90.62      |
| La extracción media de las 131 cargas en la planta de 2 tons.                            | 99.99      |
| La extracción media en el estanque de 15 tons, en que se han tratado 25 cargas, fué..... | 90.96      |

Estos resultados están basados en el peso i muestra del mineral ántes de ponerlo en el estanque i en el peso i muestreo de los residuos descargados de las tinas.

Combinando todos estos resultados, i tomando el contenido en cobre en el peso i muestra del mineral tratado i determinando despues el cobre electrolítico producido como catodo, i considerando tambien el cobre contenido en la solucion al estado de sulfato de cobre, la extraccion fué de 89.6%.

#### CANTIDAD DE REACTIVOS NECESARIOS

Despues de haber suministrado la cantidad de ácido sulfúrico necesario para iniciar la operacion, no sola se determinó que era innecesario agregar mas ácido, sino que se producía un exceso de ácido a causa del ácido sulfúrico contenido en el mineral mismo, de modo que aproximadamente se tenía una ganancia de 9 lb. de ácido ( $H^2 S O^4$ ) por tonelada de mineral tratado. En otras palabras seria necesario eliminar una parte de solucion, equivalente a esta ganancia en ácido para impedir que el ácido se acumulase durante el proceso. Este exceso de ácido se obtuvo al tratar mineral con un contenido en sal superior al que tienen los minerales de las capas superiores del yacimiento de Chuquicamata. I como la mayor pérdida en ácido sulfúrico se debe a la formacion de sulfato de sodio, creo que aun habrá un mayor exceso en la ganancia en ácido cuando se trate el mineral término medio del depósito.

#### IMPUREZAS EN LA SOLUCION

De las impurezas que se van acumulando en la solucion, los principales elementos, sin considerar el cloruro existente, son: ácido nítrico, alúmina, sales de fierro i alcalinas. Despues de mas de un año de trabajo con la misma solucion, eliminando solo la cantidad de solucion suficiente para no tener un exceso de ácido, se encontraron las siguientes impurezas:

|                                      | Gramos por<br>litros |
|--------------------------------------|----------------------|
| Fe.....                              | 3.71                 |
| Mn.....                              | 0.07                 |
| As.....                              | nada                 |
| Sb.....                              | nada                 |
| Ca O.....                            | 0.80                 |
| Mg O.....                            | 3.32                 |
| Al <sup>2</sup> O <sup>3</sup> ..... | 1.61                 |
| Na <sup>2</sup> O.....               | 21.60                |
| K <sup>2</sup> O.....                | 5.00                 |
| Acido nítrico.....                   | 4.00                 |

Esta cantidad de impurezas es insignificante en lo que concierne a la lejiacion i precipitacion electrolítica. La impureza principal en la solucion

es el cloruro obtenido de la parte superior del yacimiento. Al principio se creyó sería provechoso electrolizar directamente la solución que contenía el cloruro i se encontró que esto era fácilmente hacedero en estanques electrolíticos cerrados, en los cuales se hacía un débil vacío de modo que todo el cloro producido se podía arrastrar por medio de aspiradores. Sin embargo, también se probó que por este medio solo se extraía una parte del cloro i que una parte apreciable se depositaba con el cobre catodo, probablemente al estado de cloruro cuproso.

Se trataron varios métodos para precipitación del cloruro cuproso i finalmente como el método más conveniente se adoptó poner trocitos de cobre en un tambor. El cloruro cuproso formado sobre el cobre metálico, firmemente se adhiere a los trocitos de cobre i así se encontró que era necesario presentar continuamente superficies de cobre limpio a fin de obtener una buena precipitación. Después de ensayar varios métodos, se decidió que el mejor aparato para este objeto sería tambores giratorios, semejantes al molino de tubos, a través del cual pasa la solución i se pone en contacto con el cobre un trocito contenido en el tambor, de esta manera el cobre frotándose sobre sí mismo, continuamente presenta superficies limpias. También se trató de hacer la precipitación con ácido de cobre i trabajaba muy bien, lo único que el cobre en esta forma era menos eficaz como precipitante que el cobre metálico, aun tomando en cuenta la diferencia teórica.

El cloruro cuproso obtenido puede tratarse de varias maneras diferentes. Se trata ahora, hacer pasar por filtros-prensas el cloruro cuproso depositado i mezclar los coques de las prensas con caliza i coke i fundir este producto para producir cobre metálico i una escoria formada por cloruro de calcio. A fin de establecer las reacciones que tienen lugar, se han efectuado un cierto número de experiencias, i se ha encontrado que se produce una escoria muy fluida i que contiene muy pequeña cantidad de cobre i que de éste modo perfectamente se puede llegar a fundir el cloruro cuproso sin tener pérdidas por volatilización. Igualmente se han efectuado pequeñas experiencias sobre el tratamiento electrolítico del cloruro cuproso i parece que después se aplicará este método.

#### PRECIPITACION DEL COBRE

La solución libre ya de su contenido en cloruro, se electriza, usando, anodos insolubles i catodos de cobre ordinario en hoyos. Después de larga experimentación se decidió emplear un anodo insoluble hecho de magnesita. Se ensayaron también varios otros cuadros con más o menos buenos resultados, pero después de haber investigado todas las posibilidades se decidió por los anodos de magnesita. Las experiencias con estos anodos duraron más de año i medio i no se notó desgaste químico apreciable en los anodos. Los anodos de magnesita adoptados los fabrica por un procedimiento secreto, la Chemische Fabrik Griesheim Elektron de Frankfurt, Alemania. Por la naturaleza misma del material que forma el anodo, éste es quebradizo. Sin embargo, como no será necesario mover el anodo después de instalado en los estanques, no constituye esto un gran inconveniente.

Al principio se encontraron dificultades al tratar de tener una distribución uniforme de la corriente i una suspensión apropiada para los anodos, pero se subsanaron todos estos inconvenientes i se cree que se ha llegado a conseguir un anodo que prestará mui buenos servicios. Los anodos se les funde huecos i el espesor de las paredes es aproximadamente de un cuarto de pulgada e interiormente está cubierta por una delgada capa de cobre depositado electrolíticamente. Como no conozco en sus detalles el modo de fabricar estos anodos, me es imposible dar sobre ellos mas detalles, solamente puedo asegurar que despues de meses de trabajo continuado, se ha encontrado que los anodos son perfectamente satisfactorios para el objeto a que se les ha destinado.

Los catodos de cobre producidos por la electrolisis son de la calidad corriente de catodos de cobre, pero sí un poco mejores, porque en este caso particular no hai ni arsénico ni antimonio (que son los elementos mas perjudiciales que se presentan en los catodos de cobre), en la solución. La solución entrará en el primer estanque del sistema electrolítico con un contenido de 5% de cobre i 2 1/2 a 3% de ácido libre i saldrá de la última tina de la cascada conteniendo 1,5% de cobre i 8 a 9% de ácido libre. Dentro de estos límites siempre es posible producir un catodo bueno i duro, igual o mejor que el Standard corriente. Los estanques electrolíticos usados en las esperiencias, se construyeron de concreto revestido de asfalto.

#### PLANTA QUE ACTUALMENTE SE CONSTRUYE EN CHUQUICAMATA

A causa de lo enorme del yacimiento reconocido en Chuquicamata, la primera necesidad de la planta que actualmente se construye, se ha proyectado para tratar 10,000 toneladas de mineral por dia. La refinería electrolítica tendrá capacidad para 335,000 libras de cobre por dia.

El mineral se explotará por medio de palas a vapor, pues prácticamente no se necesita hacer ninguna limpia estéril. El mineral se trasportará al establecimiento, que dista 2 1/2 millas de la mina, por medio de ferrocarril americano de carga, en que los carros tienen capacidad de 60 toneladas cada uno.

A la llegada al establecimiento, el mineral pasará primero por chancadoras jiratorias, despues por discos trituradores Symons de 48 pulgadas finalmente por cilindros Garfield hasta obtener un producto que pase por tamiz de un cuarto de pulgada. El mineral se trasportará en correas sin fin despues de molido, a los estanques de lejiación. Cada uno de estos estantes tiene las dimensiones siguientes: ancho 110 piés, largo 160 piés i 16 de alto. Las tinas de lejiación, en número de seis, se colocarán una a continuación de la otra. La correa que trae el mineral de la planta de molienda se descargará en las tinas de lejiación con la ayuda de un puente eléctrico móvil, que puede recorrer todo el largo de las tinas. Los residuos tratados i lavados se sacaron de las tinas por medio de un sistema de cachos de 15 toneladas que funcionará sobre un puente i despues de nutridos se vaciarán a una correa de descarga para depositarlos en el desmante. Los estanques se están construyendo de concreto macizo i reforzado i se recubrirán con una capa de

mástico de asfalto de 1 1/2 pulgada de espesor. Este revestimiento de las tinas lo ha preparado la Vulcanite Paving Co., de Filadelfia i consiste de una mezcla de asfalto Trinidad refinado al cual se le ha agregado cuarzo o granito molido.

En la planta de experimentacion, dónde este mástico se ha usado por mas de un año, tanto en las tinas de lejivacion como en las de electrolíticas i nunca se tuvo la menor dificultad ni la menor filtracion.

El material se ha probado a la temperatura de 50° C, sin haber encontrado ningun signo de ablandamiento i como esta temperatura es mui superior que a la cual se piensa trabajar, no se han efectuado pruebas a temperaturas mas altas, sin embargo el límite de temperatura a que principia a ablandarse el material está probablemente comprendido entre 50 i 70° C. Pruebas tambien se han hecho para probar la resistencia de este material bajo el punto de vista físico, i en una ocasion se colocó un catodo de 250 libras a cinco piés del fondo del estanque i despues se bajó de modo que un extremo de este catodo calentase el recubrimiento de asfalto del fondo. En este caso se destruyó un pedazo del revestimiento en un espesor de un cuarto de pulgada de espesor i en dos piés de diámetro i en lo que se pudo ver del revestimiento de mástico estaba tan bueno como al principio. El material se ha probado con soluciones de ácido concentrados i débiles i se ha mostrado inatacable.

La solucion se sacará por el fondo de los estanques haciéndola pasar por ocho aberturas de 6 pulgadas cada una i bien distribuidas en cada estanque. Se empleará un falso fondo que consistirá en dos enrejados de madera, entre los cuales se colocará un tejido de cocoa. Este filtro se encontrará a 4 pulgadas sobre el fondo del estanque. Para el circuito principal de circulacion se usarán dos cañerías de fierro revestidas con plomo, una de 9 i la otra de 16 pulgadas de diámetro. Para la circulacion del líquido se usarán bombas centrífugas horizontales, contruidas de metal tipo. Las bombas tendrán una capacidad de 550 piés cúbicos por minuto i podran elevar hasta 60 piés. En la planta de lejivacion, el ciclo de operaciones necesita aproximadamente seis días, de los cuales uno se ocupará en cargar las tinas, dos en lejivacion, dos en lavado i drenaje i uno en la descarga.

La solucion se conducirá a las tinas de lejivacion solo por gravedad, pues se dispondrán estanques de captacion a un nivel superior que las tinas de lejivacion. Las dimensiones de estos estanques para soluciones serán las siguientes:

Dos estanques de 12×130×150 piés

Siete estanques de 12×70×150 piés

De los estanques de solucion concentrada, la solucion pasará por la accion de la gravedad a la planta de descloruracion, que consistirá en veintiun tambores jiratorios de 30 piés de largo i 4 de diámetro, construidos de acero i revestidos con material terroso. Estos tambores estarán hasta la mitad llenos de cobre en trozos. De estos tambores, la solucion que tendrá el cloruro cuproso en suspension pasará a siete desenlodadores Dorr hechos de concreto i revestidos con mástico de asfalto. La solucion clara que se rebalsa pasará

por gravedad a la refinera electrolitica, en tanto que el cloruro cuproso con 1% mas o menos de la solucion pasara a los filtros prensas.

La refinera electrolitica consistira de 510 tinas con las siguientes dimensiones: 19 pies de largo, 3 1/2 pies de ancho i 4 pies 10 pulgadas de profundidad. Se construiran de concreto, revestidas con mastico de asfalto i se colocaran enterradas, pero se dispondran galerias de inspeccion i una plataforma de concreto entre las corridas de tinas. El edificio para las tinas se construira con concreto i acero. De las 510 tinas, 30 se usaran para hacer catodos en hojas para iniciar la operacion i las 480 restantes se emplearan para la precipitacion electrolitica del cobre contenido en la solucion. Las tinas se dispondran en cinco circuitos electricos, con 96 tinas por circuitos i se dividiran en 30 circuitos para solucion, la solucion en cada circuito pasara por 16 tinas dispuestas en cascada.

Los anodos fabricados de magnesitos; seran de 5 pies de ancho, 2 pulgadas de grueso i 4 pulgadas de largo i se colocaran de a 5 en una barra. Los catodos seran de 3 pies de ancho por 4 pies de profundidad. El electrolito sobrante que contendra 1.5% de cobre, se bombeara a los estanques de acumulacion para usarlo con las nuevas i subsiguientes cargas de mineral. El cloruro cuproso obtenido en la planta descloruradora se fundira i con el se haran trocitos de cobre para usarlos en los tambores descloruradores.

E. A. COPPELEN SMITH.



## Estudios sísmicos

### I

SOLEVANTAMIENTO DE LA COSTA EN EL TERREMOTO DEL 16 DE AGOSTO DE 1906.

Con mucho interes visitamos dos meses despues del terremoto la costa de Papudo i Zapallar. No cabe duda que ella se solevantó.

La conozco desde 23 años i con motivo de la aficion a la pesca, tengo recuerdos vivos de cada roca i de cada ensenada.

La primera impresion ya fué decisiva. La costa figura como si estuviera de continua baja marea. Mas adelante veremos la razon por qué.

Principiemos con la «vox populi».

Tanto los pescadores como los demas habitantes de la costa están de acuerdo «que el mar se ha retirado». «El mar ya no llena como ántes». «Para mariscar hai que entrarse mas adentro». «En mui baja marea asoma la quilla de un buque que naufragó 30 años atras i que ántes no se veía».

Seguimos con nuestras observaciones.

Peñas i rocas que ántes a toda hora se prestaban para pescar a regular hondura, ya no la tienen. Otras que solo eran accequibles en baja marea, están ahora al alcance a cualesquier hora. A pesar del frecuente nublado i de las continuas bravezas del mar desde el 16 de Agosto, se ha secado el huiro i el luche en toda la costa, en la zona ya no bañada por el mar. Esta vejeta-cion que ántes existía entre las alturas de alta i baja marea, actualmente está seca, el mar ya no alcanza a humedecer.

Así, i por el mismo motivo se han secado los pequeños moluscos que habitaban esta zona. Encerrados en su mortajita blanca, hacen el efecto de haberse blanqueado con cal las rocas.

Junto al morro de Papudo existia una pequeña laguna de agua dulce de largo tiempo atras poblada de pequeños peces, i separada por 30 a 40 metros de distancia de la alta marea del mar,

Esta laguna ha desaparecido; el agua se infiltró ahora que con «retirarse el mar» no habrá ya contrapresion del agua salada.

La parte sur del puerto de Papudo lo ocupa la pintoresca isla de «Pike» estropeadura de la palabra inglesa Pitt,—separada del continente por un canal de 30 a 60 metros de ancho. Las grandes olas levantadas por el viento sur atravesaban anteriormente de sur a norte este canal, lo que no sucede ya desde el terremoto, pues aun las marejadas mas grandes i en alta marea se estrellan a la entrada del lado sur i el canal de ántes mas parece ahora laguna, por sus tranquilas aguas.

Repito, por tanto, que no cabe duda del solevantamiento de la costa. El Fisco va perdiendo islitas que poco a poco, a causa de estos solevantamientos, se unen con la tierra firme i aumenta la vasta porcion de terreno de las haciendas costinas.

## II

### EL SOLEVANTAMIENTO DE LA COSTA DE CHILE ES LA CAUSA DIRECTA DE LOS TERREMOTOS

Probado como queda este solevantamiento, lójico es deducir lo que enca-beza este capítulo.

Cuál sea la causa que produce el solevantamiento lo veremos mas adelante. Desde luego podemos afirmar que ella vive i existe. Sabemos tambien que ella produce sus efectos periódicamente, con mas o ménos intensidad i que se repite en las mismas zonas. La intensidad de esta fuerza es para nosotros incomprensible. Como si fuera puro juguete, no solo solevanta terrenos de costa i de cordillera, sino que desgaja estos terrenos levantados de los que quedan fijos, venciendo al mismo tiempo esa inmensa resistencia del roce entre una i otra.

Entre estas dos partes de la corteza terrestre, la móvil i la fija, el contacto entre una i otra en el trascurso de los años que se suceden a un solevan-tamiento, se ha unido i soldado firmemente. La fuerza que orijina el solevan-

tamiento, además de vencer el peso del terreno, tiene que destruir esa adherencia. Esta destrucción origina el terremoto i el roce de las superficies adherentes una con otra produce el estremecimiento que acompaña al terremoto.

Tanto en el terremoto del 9 de Mayo de 1877 en Tocopilla, como en el del 16 de Agosto de 1906 en este departamento, notamos dos fuertes sacudidas o sean dos intensísimos terremotos con diferencia de tiempo de 10 a 15 minutos.

Atribuimos este hecho a que la fuerza de solevantamiento para hacer su obra completa de arranque de un gran territorio, no pudiendo hacerlo en uno lo hace en dos o mas poderosos esfuerzos.

Si la aplicación del segundo queda distante del primero, como es muy probable que lo sea, se traducirá este efecto como ondulacion al terreno solevantado.

Siendo la fuerza del solevantamiento, como ya lo hemos dicho, mucho mas intensa que la necesaria para vencer el solo peso de lo que levanta, conseguido este objeto, por esta misma intensidad, a mas altura que la que ocupara en definitiva, la parte solevantada reaccionará hundiéndose momentáneamente a mas bajo nivel que el que ocupaba ántes. Estos vaivenes se repiten una o dos veces hasta que se establezca el equilibrio.

También es esta la causa de la ondulacion del terreno i de la retirada e inundacion siguiente del mar en la costa, como lo observamos en el terremoto de Tocopilla.

Teniendo presente lo que decimos mas arriba, del desgajamiento del terreno solevantado i del roce entre el móvil i el inmóvil, el lector contraído i pensador se dará fácilmente cuenta de los dos fenómenos mas que acompañan a los grandes terremotos.

1.º Porque ondula i se estremece también el suelo de la parte no solevantada.

2.º Porque se suceden pequeños temblores después del primer poderoso terremoto.

Dejaremos, por tanto, esta explicacion a la inteligencia del lector.

### III

EL INTERRUMPIDO ENFRIAMIENTO INTERIOR DE LA TIERRA I LA VIDA EN EL REINO MINERAL SON LAS CAUSANTES DE LOS SOLEVANTAMIENTOS TERRESTRES.

Al pasar del estado líquido ígneo al sólido a causa del lento enfriamiento, las materias minerales que forman el armazon sólido de la corteza terrestre, lo hacen en parte por cristalización, como lo hicieron las que forman la cordillera de la costa i que por este motivo se llaman rocas de cristalización.

La cristalización que hace adquirir al mineral formas siempre bien definidas es la demostracion de la vida propia que existe en él i es el oríjen de



toda vida en la tierra. Toda fuerza de vida hace dilatar i estenderse a la materia.

Encerrado entre la corteza superior ya solidificada i la materia ígnea fluida o pastosa mas al interior, la dilatacion orijinada por el enfriamiento i por la cristalizacion, enjendra una fuerza que obra oprimiendo a un tiempo a la materia ígnea i a la corteza sobrepuesta. A la primera la obliga a reventar por los volcanes si los hai; a la segunda lo solevanta.

Los volcanes vienen a ser por lo tanto como válvulas de escape de la fuerza interior, si bien, el esfuerzo supremo que esta hace para arrojar la materia, produce en los mas casos, terribles contorciones i sacudimientos locales en los alrededores de estos volcanes.

En nuestra costa no existen volcanes.

El equilibrio de la fuerza lo viene a restablecer el solevantamiento. Verificado éste con el ingrato acompañamiento de terremotos i estremecimiento del suelo a nuestros piés, sigue la calma relativa por un período de variable duracion de años.

En nuestro departamento, por ejemplo, se registra el gran terremoto del año 1822, lo que da hasta el 1906 un descanso de 84 años.

Es, pues seguro, que no tendremos otro tan luego, i a las sacudidas mas o ménos fuertes i periódicas, no debemos tenerles terror.

Así, de igual manera como dejamos esplicados los solevantamientos terrestres, se forman las montañas de hielo en los mares polares.

El agua al cristalizar en forma de hielo aumenta de volúmen, i la doble presion que encuentra en el agua líquida, mas abajo, una resistencia invencible rompe a la superficie i forma cordilleras en miniaturas de hielo.

Los dos procedimientos son idénticos, ámbos tienen su causa en la diferencia de temperatura que da oríjen a las manifestaciones de vida en el reino, dominado por nosotros como el reino inorgánico.

Confunde admirar tanta sabiduría en el Creador.

Sin esa fuerza misteriosa, innata en el reino mineral que en el trascurso para nosotros infinito del tiempo, hizo surjir la tierra sólida de debajo del agua, cubriría este último todo el globo terrestre; solo habria peces, pero no cuadrúpedos ni bípedos.

Sin el aumento de volúmen del agua conjelada que la hace ser mas liviano al estado sólido que al de líquido, el hielo se hundiría desalojando el agua que volvería a su vez a helarse, i así sucesivamente hasta conjelar todo, mares i rios, excepto a lo poco que alcanzaria a deshelar el calor en los trópicos. El hielo a su vez destruiría toda la vida orgánica.

Por este motivo decíamos, que la contemplacion de tan profunda sabiduría i prevision del Creador debe hacernos prosternar ante él en incansable veneracion.

## IV

## CONJUNCIONES

«Conjuncionistas» se apellidan a aquellos señores que atribuyen a los planetas colocados de dos o mas en una línea con nuestra tierra, la fuerza para producir directa o indirectamente los terremotos.

Se dividen en dos clases. Los unos ven en ellos solo la iniciativa i los otros lo consideran causa principal.

Segun estos últimos, los causantes del terremoto del 16 de Agosto habrían sido Júpiter i nuestra Luna, i a cargo de ellos quedaria el solevantamiento de la costa.

Resultaría, que los esfuerzos unidos de estos dos astros lograron entresacar a la mitad de la superficie de nuestra tierra que tenían al frente por dos o tres piés de altura un buen pedazo de nuestra corteza. En esta misma distancia de dos a tres piés estaríamos ahora los que habitamos esta zona mas cerca de ellos.

Por sí solo se impone comparar este trabajo con el que hace un tirabuzon; pero si éste hace su tarea completa, los astros unidos la consumaron solo en parte i solo sobre una mui pequeña estension de la superficie a su frente, i como esta superficie, a tan inmensa distancia, solo aparece como un punto, las fuerzas de atraccion de los citados astros se aplicaran con igual intensidad sobre toda la mitad o el total de nuestro planeta.

Mas fácil que entresacar un pequeño pedazo a tan nimia distancia, parece que les hubiera sido despegar toda una mitad de nuestra tierra, lo que felizmente no tuvo lugar. Estas dos mitades de nuestro globo están tambien soldadas una con otra que seguramente no resistirian, en vez de separarse una de otra, marchar unidas al encuentro de quienes la solicitaban.

En este caso nos habríamos juntado primero con nuestra luna i en compañía de ella dándole alcance a Júpiter.

Los señores Conjuncionistas talvez nos contestarian que nuestro mayor; el Sol, no permite estas visitas entre sí de sus satélices.

A la citada teoría conviene concederle, por tanto, todavía un largo período de incubacion i miéntras tanto, exigirle que de un caso fortuito no quiera hacer lei. Nadie puede obligar a los terremotos a que no coincidan tal o cual vez con las conjunciones.

Como la entienden la segunda clase de los señores Conjuncionistas, lo vemos en la teoría del señor Falb.

El enfriamiento de la tierra, dice, oprime la materia ígnea, haciéndola subir a un espacio vacío superior, i llenándolo, sube en seguida por una chimenea a una segunda caverna. Se detiene en su camino por algo que intercepta i obstruye esta chimenea i queda impotente de seguir ascendiendo. En tal apuro, espera hasta que intervenga una conjuncion, a sus esfuerzos unidos cede el taco anunciándolo un gran temblor, i libre con esto de todo entorpecimiento, fluye a su nuevo domicilio de segundo piso.

Segun esta teoría existia la presion interior, i la conjuncion de los astros viene tan solo a dar el impulso.

¡Causas pequeñas, efectos grandes!

Hai algo mas lójico en esta teoría, sin embargo tampoco ella pudo ser comprobada.

Durante el tiempo que en Chile la opinion se dividia ajitada en «pró» «contra» de Falb, anotamos con paciencia durante dos años cada noticia de terremoto i temblor que por los diarios llegaba a nuestro conocimiento. Hecho en seguida el balance, resultó que los 14 dias críticos al mes de Falb—siempre tres dias ántes i tres dias despues de cada luna nueva i luna llena—no eran mas visitados por tan molestos huéspedes que los dias del resto del mes.

El profesor Perry hizo una estadística de tres mil temblores. Los sismólogos que la estudiaron; dedujeron, que esta teoría no tenia base en ellos.

No necesitamos, por tanto, recelar en adelante de los dias tan gratos para la humanidad, como lo son los de la luna nueva i luna llena.

Ni ménos de los que se les achaca de ser los porta pliegos de órdenes tan funestas, los planetas, colegas de nuestra tierra.

La casualidad juega a veces un gran papel.

Creo firmemente en Falb, nos decia un intelijente amigo; en medio del Verano i muchos dias ántes pronosticó lluvia para cierto dia de conjuncion, i efectivamente, en este dia cayó una tempestad de algunas horas.

Un pariente mui cercano, le contestamos, entró en la rifa de un caballo de Cabildo; i, ántes que se concluyera de tirar, mandó por broma a un mozo desde Peña Blanca con órden de traerle el caballo ganado, i, efectivamente, el mozo regresó con el caballo.

El acaso les habrá dado razon a los dos; pero ántes de deducir de esta casual coincidencia alguna seria argumentacion, hai que decir a estos señores que repitan la misma gracia por segunda vez.

Despues de este homenaje obligado a la buena reputacion de nuestros queridos astros, concluiremos en el capítulo V, con una materia de mas provecho, como ser: «Edificacion a prueba de terremoto».

## V

### BUENAS CASAS A PRUEBA DE TERREMOTOS

Algunos dueños de casas que reedificaron sus casas destruidas por el terremoto, lo hicieron ahorrando tanto el exterior como el interior, con tablas.

Así las dejan mui propensas a incendiarse. Quieren evitar un peligro lejano en cambio de uno mucho mas frecuente i que amenaza a toda hora. De estas construcciones no nos ocuparemos.

Entre Cabildo, las minas Ligua, Papudo i Zapallar. los habitantes durante el terremoto del 16 de agosto tuvieron en parte que tirarse al suelo para no caer. A pesar de sacudidas tan estensas, han resistido los edificios cons-

truidos de: esqueleto de madera relleno de adobillos (1); de adobes solo (2) i aun de adobones (3); casas de ladrillos (4); en cambio sufrieron mucho: números (1), (2) i (3) se conservan especialmente bien cuando los rodean corredores i cuando han sido contruidos con concienzudez desde sus cimientos.

Para la satisfaccion de los dueños de casa, aseguramos que toda clase de material (1), (2), (3) i (4), da garantía contra terremotos siempre que se tomen pequeñas precauciones, que indicaremos mas adelante.

Estas catástrofes con su destruccion parcial o total de edificios, ponen de manifiesto todos los pecados cometidos al construirlos. Estos abundan sobre todo en los que se dan a contrato a contratistas de afuera i a los pocos escrupulosos radicados en ésta.

Nuestro departamento no puede quejarse; ha tenido i tiene constructores concienzudos como fueron i son los señores V, i F, E. Hai otros nuevos que prometen i cuya idoneidad lo probarán futuros cataclismos.

Los temibles son los de afuera i los que construyen barato. Pero aun de éstos se puede sacar buen partido siempre que pueda sometérseles a estricta vijilancia, Los dueños de casa jeneralmente descuidan esta última. Se disculpan con que nada entienden de construcciones o que no tienen tiempo.

Pero no piensan que si un edificio ha de costar 10, 30 o mas miles de pesos nada importa gastar 500 o 1,000 pesos mas en pagar a un hombre honrado que a diario presencie la obra, con la completa seguridad que su edificio concluido valdrá entonces un 30 a 50% mas.

De otra manera ocurren miles de pequeñeces en daño de la obra.

—«Patron, falta mezcla para los cimientos».

—«No importa, tápalo por fuera no mas para que no se vea».

—«Señor, necesito clavos mas largos, me quedan de los cortos no mas»

—«Toma de esos, no hai que perder tiempo; me apura el patron por la casa».

Así, en miles de variedades como estas se suceden grandes i pequeñas trampas que desmerecen la solidez del edificio e introducen en su nacimiento jérmenes de destruccion.

Poco mejora el asunto encargándolo a un arquitecto. Ahora se verifica el proverbio «En casa del herrero».

Estos señores, en especial los de gran fama, jeneralmente no pueden sino vijilar las líneas jenerales de construccion, sobre todo en los edificios de moda actual, los famosos «chalets». El trabajo queda así al fin a discrecion i a merced de nuestros obreros. Rodeados como estos están por sus cuatro lados por la industria mas lucrativa actualmente en nuestro pais, «la venta de l'cor», por mas que sea su mérito personal, siempre trabajarán mejor cuando se ven observados. Los flojos se componen, los buenos no decaen i con esto la obra progresa mejor.

En cuanto a los refuerzos de poco costo pero de buen éxito, podemos decir lo siguiente:

Un amigo en Valparaiso compra todos los cables usados de fierro o acero i los coloca en los cimientos en construccion. La idea es excelente. Se puede echar mano para esto tambien de cualesquiera alambres o zunchos.

Los mismos alambres o zunchos deben colocarse entre cada dos o tres

hiladas de ladrillos o adobes. Evita esto que las murallas se partan i agrieten. Así adquieren mas de doble resistencia contra terremotos.

En edificios de esqueleto con adobillos se colocarán escuadras de fierro en cada esquina i se une la solera con los piés derechos. Ademas de la espiga, con pedazos de zunchos. al podrirse las espigas queda resistiendo este refuerzo.

Si los costados del edificio rellenos con adobillos o con adobes parados, se afianzan ademas con hileras de alambres colocados horizontal o diagonalmente, como actualmente se acostumbra hacerlo, el edificio todo recibe un blindaje tan sólido que las sacudidas mas grandes por parte de Vulcano, son impotentes para destruir estas obras.

Si se nos preguntara—«¿Es así como Ud. construye?»—diríamos que sí, pues como veteranos del gran terremoto de 1877, creemos que estos fenómenos i cataclismos se repiten periódicamente i hai que prepararse para ellos, tanto por la solidez del edificio cuanto por la facilidad de salida a la calle, de donde todo se contempla con mayor calma.

Conchuyo pidiendo disculpa a los señores constructores, si como lego me permití invadir sus dominios.

Traducido de un artículo escrito en aleman, en Ligua, 19 de noviembre de 1906.

OTTO HARNECKER.



207 - 208

## Precios, consumo i abastecimiento de cobre

(Conclusion)

En la carta i gráfico del consumo del cobre son de notar dos hechos importantes: primero, que prácticamente los Estados Unidos i Europa son los consumidores de cobre; segundo, i que de ningun modo es paralelo el movimiento de los consumidores Europeos i Americanos. En Europa, Alemania, Inglaterra i Francia son los grandes consumidores en el órden que se indican. El resto de Europa consume tanto como Inglaterra.

Este enorme aumento en el consumo de cobre indudablemente se debe principalmente al desarrollo de las aplicaciones eléctricas. Pero la verdadera base del movimiento va mas léjos aun; pasamos actualmente por la época de la maquinaria i del período en que se sustituyen la madera i otros materiales por el metal. En todas partes del mundo, las construcciones, trasportes manufacturas i la agricultura cambian al hombre i al caballo por métodos

## CONSUMO MUNDIAL DE COBRE

(Toneladas métricas)

| AÑO  | Europa  | Australia, Africa<br>i Asia | América | Mundial   |
|------|---------|-----------------------------|---------|-----------|
| 1897 | 305,800 | 12,000                      | 117,900 | 435,700   |
| 1898 | 308,000 | 10,700                      | 121,800 | 440,500   |
| 1899 | 286,600 | 6,500                       | 170,100 | 463,200   |
| 1900 | 328,200 | 10,200                      | 169,700 | 508,100   |
| 1901 | 293,500 | 8,500                       | 191,100 | 493,100   |
| 1902 | 341,900 | 17,200                      | 223,400 | 582,500   |
| 1903 | 330,300 | 17,600                      | 238,800 | 586,700   |
| 1904 | 402,900 | 38,800                      | 220,800 | 662,500   |
| 1905 | 370,200 | 73,000                      | 284,200 | 727,400   |
| 1906 | 402,800 | 12,000                      | 305,800 | 722,600   |
| 1907 | 411,600 | 23,000                      | 229,000 | 663,600   |
| 1908 | 480,500 | 14,800                      | 211,200 | 706,500   |
| 1909 | 452,600 | 11,600                      | 323,300 | 785,500   |
| 1910 | 550,100 | 20,700                      | 342,900 | 913,700   |
| 1911 | 602,100 | 26,700                      | 324,900 | 953,700   |
| 1912 | 625,000 | 40,400                      | 374,800 | 1.040,200 |

mecánicos. Aun hasta muchas de nuestras necesidades caseras son hechas a máquina. Es inútil hacer resaltar mas este movimiento, porque no hai ninguna persona que no lo haya apercibido. Actualmente no es novedad ver construir máquinas para hacer con ellas mejores cosas que las que se hacen a mano. Es mui evidente que este adelanto es mayor en los principales países del mundo, que comprende Europa, Estados Unidos i parte de otros países. Alguna estadística muestra el aumento en la manufactura de aparatos eléctricos, como dinamos, jeneradores, etc., que en los Estados Unidos ha aumentado en 73% desde 1899 a 1909; trasformadores, 197%; tableros distribuidores, 223%; motores, 64%; acumuladores de batería, etc., 188% e instrumentos telegráficos, 19%. El valor e las lámparas incandescentes aumentó en 342% i material para alumbrado en 243%. Prácticamente toda esta produccion se ha consumido en los Estados Unidos i en otros países cuyo desarrollo en las artes mecánicas está tan adelantado como en Norte América. Los habitantes del mundo son 1,522,000,000, de donde resulta que estamos usando 1.5 lb. de cobre por individuo. Pero llevando esto mas léjos veremos cuan irregular es la distribucion del consumo. Europa está usando 3.6 lb. por capital i por año; América, 5 lb.; en tanto que Africa, Australia i Asia juntos, solamente usan 0.09 lb. por capital.

## CONSUMO FUTURO

Actualmente el mundo se mueve mas rápidamente que nunca. Cuando se abre un nuevo territorio, solo necesita cortísimo tiempo para introducir

los métodos i máquinas mas modernas. Tómese, por ejemplo, el centro i el oeste de Canadá. Tan pronto como pueden los agricultores equipan sus haciendas con maquinaria moderna i en ellos tenemos unos consumidores de metal tan fuertes como sus vecinos de los Estados Unidos de los distritos mas desarrollados. Otro ejemplo, son las rejiones mineras de Nevada del Sur. En el trascurso de cuatro años despues del descubrimiento de Tonopah i Goldfield, situados en el centro del desierto, los habitantes se regalaban con el confort de las conveniencias modernas i casi en la misma proporcion que en las grandes ciudades. Esto lo cito para mostrar cuanto se puede esperar en el consumo del cobre en aquellos paises que actualmente no han llegado aun a su completo desarrollo en el uso i aplicacion de las maquinarias modernas.

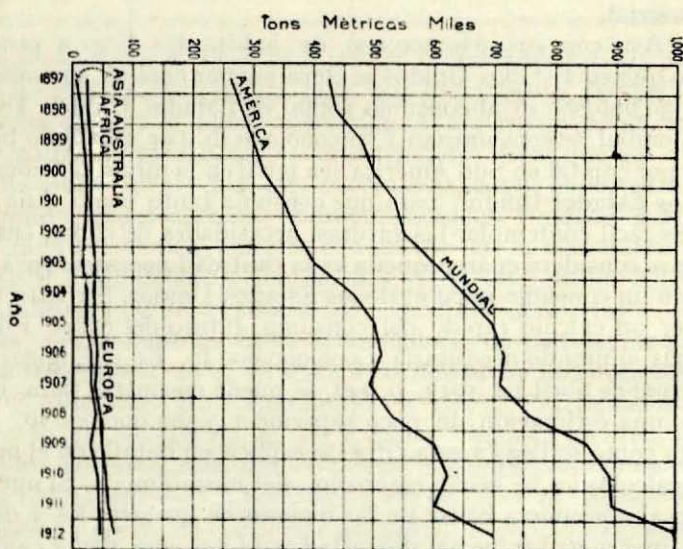
En Argentina este desarrollo se ha efectuado mas rápidamente que en muchas partes de Estados Unidos. La rapidez del Brasil se puede considerar entre las primeras del mundo. Actualmente está viniendo capital Americano a Chile i Perú para desarrollar minas en escala tal que no es igualada por ninguna de las mismas de los Estados Unidos. Buenos gobiernos se han establecido en aquellas partes en que ántes eran para los americanos focos de revoluciones, de modo que hoi indudablemente observamos a lo ménos los cambios de la zona templada de Sud-América, si no en parte de los mismos trópicos. El aumento en Japon ha sido sorprendente i en China los cambios i el despertar de sus habitantes, lo que está mui de manifiesto por el cambio radical de gobierno habido, lo que puede significar las avanzadas de una gran mejora industrial.

Cuando Asia con sus 850.000,000 de habitantes llega a consumir un quinto de lo que en Estados Unidos se consume por capital, su consumo será superior en 30.000,000 lb. al consumo actual de Estados Unidos. Tomando el promedio mundial, se consumirían 1,300.000,000 lb. por año. Solo basta que el consumo por capital en Sud América sea igual en la mitad del consumo por capital en los Estados Unidos, para que consuma tanto como Asia, Africa i Australia. Es fácil contemplar las futuras necesidades de cobre, cuando por un instante se considera cuán pequeña es la cantidad necesaria para que esos paises tengan un consumo igual al de los Estados Unidos. En 1912 tuve ocasion de hacer un cálculo rápido del consumo futuro del cobre i determiné que para 1921 el mundo necesitaria 3,000.000,000 lb. En el *Engineering and Mining Journal* de abril 12, 1913, p. 742, se puede encontrar para el consumo en 1920, una estimacion un poco superior a 3,500.000,000 lb.

El modo como se llega a esta cifra se esplica en detalle en el mismo artículo. Mis cálculos los he hecho razonando del mismo modo. Si nuevos campos se abren al consumo a causa de las mejoras en los métodos i desarrollos en los paises mencionados, no hai dificultad para ver que dicha cantidad de cobre será necesario para la próxima década. Por otra parte ¿hai causas para pensar se deje de usar el cobre? Ciertamente no basta que los paises adquieran el máximo de su crecimiento industrial i que todos usemos los mismos materiales i hagamos las cosas por métodos que no esperimenten mejoras.

## ABASTECIMIENTO FUTURO DE COBRE

Esta discusion sienta una pregunta casi sin respuesta, pues si suponemos que para 1921 se necesitaran 3,500.000,000 lb. de cobre ¿de dónde se podrá obtener? La tabla i gráfico de la produccion los fundidores mundiales de productos crudos, indica que hai un déficit de 1,350.000,000 lb. para 1921. Ademas muestra que mas del 70% del abastecimiento actual proviene de América i que el 95% de este 70% se obtiene de minerales norte-americanos. Europa, el segundo en rango como productor, da un poco ménos del 19.5% del abastecimiento mundial. En el «Costo del cobre» se demostró que el 72% del cobre americano provenia de solo 30 minas. Como tambien se dijo, es dudoso si alguna de estas minas, excepto aquellas en completo desarrollo i equipo, puedan materialmente aumentar su produccion. Con toda certeza nada se puede agregar a la produccion del grupo del Lago Superior. Seria mui sorprendente si el distrito para 1921 no tuviese una disminucion de 25.000,000 lb. Algunas de las operaciones en el grupo porfirico pueden en algo aumentar su produccion. Pero dando que todas pudiesen aumentar su produccion, incluso las minas en desarrollo, con toda seguridad se puede contar que no llegarán a aumentar su produccion en 200.000,000 lb. anualmente en ocho años.



CONSUMO MUNDIAL DE COBRE

Pasando al «grupo vario» de minas de Norte-América es difícil ver por qué lado pueda venir un aumento en la produccion que siquiera venga a compensar la declinacion por que pasan algunas de las minas del grupo. Parece que difícilmente se puede afirmar que las minas americanas tal como se les



conoce actualmente, puedan suministrar una producción adicional de más de 250.000,000 lb. por año.

Además la demanda por cobre ha hecho una carrera rápida i solo Europa ha mostrado un débil aumento en su producción. Si Rusia puede suministrar más cobre al mercado, no lo conseguirá antes que estas nuevas minas estén completamente desarrolladas.

PRODUCCION MUNDIAL DE MATERIAL CRUDO DE LAS FUNDICIONES

(Toneladas métricas)

| AÑO       | Europa  | América | Asia   | Australia | Africa | Mundial   |
|-----------|---------|---------|--------|-----------|--------|-----------|
| 1897..... | 124,800 | 262,600 | 20,400 | 12,400    | ...    | 420,200   |
| 1898..... | 121,300 | 280,500 | 21,000 | 15,600    | ...    | 438,400   |
| 1899..... | 134,500 | 300,900 | 24,300 | 19,200    | ...    | 478,900   |
| 1900..... | 132,000 | 321,400 | 24,300 | 21,800    | ...    | 499,500   |
| 1901..... | 134,600 | 351,300 | 27,300 | 22,000    | ...    | 535,200   |
| 1902..... | 127,900 | 376,400 | 29,000 | 20,000    | ...    | 553,300   |
| 1903..... | 136,100 | 402,500 | 33,300 | 19,500    | ...    | 591,300   |
| 1904..... | 129,700 | 463,400 | 32,100 | 22,700    | ...    | 647,900   |
| 1905..... | 132,100 | 504,200 | 33,700 | 23,900    | ...    | 693,900   |
| 1906..... | 139,800 | 512,800 | 38,500 | 29,500    | ...    | 720,600   |
| 1907..... | 144,900 | 498,200 | 36,400 | 32,500    | ...    | 712,000   |
| 1908..... | 151,900 | 530,000 | 41,400 | 34,500    | ...    | 757,800   |
| 1909..... | 156,200 | 616,400 | 45,500 | 31,100    | ...    | 849,200   |
| 1910..... | 175,700 | 623,200 | 50,100 | 37,900    | 1,000  | 887,900   |
| 1911..... | 181,500 | 614,900 | 55,000 | 40,000    | 2,000  | 893,400   |
| 1912..... | 197,000 | 707,900 | 67,000 | 44,900    | 3,000  | 1.019,800 |

Se informa que Siberia contiene algunos buenos depósitos de cobre i que con el tiempo Australia i Africa pueden dar mayor producción. Alaska es también un campo que algo promete i probablemente Canadá traerá algo más de cobre al mercado. En Chile i Perú se hacen preparaciones que en pocos años más suministrarán al mercado millones de libras i entre 8 a 10 años más, de ellas podemos obtener 200.000,000 lb. por año. Pero la face sería de la cuestión es ésta: estamos considerando un aumento mínimo de 1.000.000,000 lb. por año que se obtendrá entre 8 años más, que es una producción casi igual a la actual de las minas norte-americanas, cuya producción hai todavía que cuidarla. Si consideramos que algunas de ellas seguramente descubrieran nuevos depósitos, habrá que construir miles de millas de ferrocarril para llegar a esos depósitos, lo que por lo menos demoraría cinco años para que cualquier productor alcance su máximo, de donde fácilmente se puede ver cuál será la situación, si en realidad necesitamos este aumento de producción.

Una producción anual de 250.000,000 lb. significa disponer de un grupo de minas igual a las porfíricas en 1912, superior al actual distrito de Lago

Superior o igual a otra Anaconda. Pero, sin embargo, supongamos que dos depósitos de la naturaleza indicada puedan desarrollarse i alcanzar su estado de produccion en un período de 10 años, con lo cual solo conseguiremos suministrar un tercio del consumo que se presume. Si aun el aumento es menor, la situacion siempre es un problema. Es evidente que ciertos grandes interesados de la probable escasez i en lo posible se están preparando para recibirla. Entónces podrán haber cortos períodos de letargo en el aumento de consumo, pero ya se ha hecho sentir la demanda por cobre i otros metales i la causa con toda certeza es mucho mas profunda que cualquier sacudimiento momentáneo de la actividad industrial.

Si hai algo de verdad en esta analogía, el alivio vendrá por el descubrimiento de nuevos yacimientos, por el completo desarrollo de los depósitos conocidos o por una verdadera resolucion en el tratamiento de los minerales. Si mas cobre pueden procurarse los Estados Unidos por el trabajo de las minas pequeñas que actualmente no se pueden explotar, porque no dejan ganancias, es evidente que el precio futuro del cobre, será superior al del pasado. El mayor peligro es que si hai un exceso de produccion momentáneo, fácilmente lo pueden acaparar los especuladores.

HEATH STEELE.



## La metalurjia del cobre i del plomo en el año 1913

Conveniente parece hacer balance periódico de lo adelantado en las industrias. Merece reseña mui especial la metalurjia, en la cual tanto se trabaja en fábricas i laboratorios, i ello nos induce a tratar en este artículo de los progresos del cobre i del plomo durante el año de 1913.

### Cobre

*Aparatos.*—En el cobre han continuado mejorando los aparatos, o estendiendo el uso de otros; así, en la tostacion de los sulfuros, los de Dwight-Lloyd i otros semejantes; en los hornos de fusion han seguido los de cuba casi sin modificaciones, i los de reverbero no han pasado de los 35 metros de longitud, mas bien han retrocedido, pues se suponen que deben ser de 30 a 33 metros como máximo para el mejor efecto; continúa aprovechándose el calor de los gases perdidos en levantar vapor; pero la solera se ha formado de magnesita, i en algun caso se han blindado; se ha estendido el uso del carbon en polvo introducido por el viento para su calefacoion, i disminuye el número de los calentados por petróleo, a causa del encarecimiento de dicho aceite.

En los convertidores, casi han desaparecido los de revestido ácido; empezándose en estos últimos a introducir la sílice para escorificar el hierro de

la mata, evitando que la suministre la camisa, o haciéndolo ésta en pequeña cantidad, lo que permite que dure mas; en los básicos se han llegado a tratar en algunos de ellos, sin parar la marcha, 1,200 toneladas, aunque los haya que han debido ser desmontados para repararles la camisa a los pocos dias. Para remediarlo, los señores Wheeler i Kreji han sacado privilegio para recubrirlos por revestimiento monolítico de magnetita, formado introduciendo en el convertidor mata de 35 por 100  $Cu$  i soplándola; como no tiene sílice no se escorifica el hierro i se convierte en  $Fe_3 O_4$  que recubre las paredes i resiste sin fundirse hasta unos  $1,500^{\circ} C.$ ; según va disminuyendo la mata se añade mas hasta que se ha conseguido el objeto con el espesor deseado.

Al hablar de los convertidores básicos, parece justo i hasta curioso citar las lamentaciones de Baggaley, que atribuye los descubrimientos de Peirce i Smith de convertidores de camisa básicas, el procedimiento de fusion pirítica de Kundsén, los de Wheeler i Kreji i el tratar los minerales silíceos cupríferos por imbibición en mata fundida directamente en convertidor, a sus trabajos en Butte por el año 1905, i que consistieron en fundir piritas de hierro auríferas sin cobre en horno de cuba con camisa de agua, introducirla líquida en convertidor vertical de acero, revestido de magnetita, i sobre ella la mena silícea cúprica; consiguiendo obtener cobre durante bastante tiempo, sí bien no resultaba económico. Lo hubiera sido si la mata se obtuviera en el horno de cuba ya bastante rica en cobre para tratarla en el convertidor.

En cuanto a la forma de los convertidores, parece dominar la idea de ser los mas a propósito los verticales, es decir, cilindricos, con altura casi igual, o igual, al diámetro de la base; esto se deduce de la práctica verificada en Great Falls en donde, según Wheeler i Milo W. Kreji, se ha llegado a las conclusiones de que el revestido básico es mejor que otro pequeño, aconsejándose sustituir varios pequeños por el menor número de grandes; las toberas para convertidores de 3,60 metros a 6,60 metros de diámetro deberan tenerlo de 0,055 metros; las bocas del convertidor seran grandes; el revestido del fondo estará algo alejado de las busa unos 0,12 metros por la tenencia a crecer que tiene i que perjudicaria; la altura del convertidor vertical será de unos 4 a 5 metros.

En los hornos de refino, se ha continuado con los grandes; empleando en ellos para la solera la magnesita i cromita, suprimiéndose con esto la gran cantidad de escorias ácidas que se producian i que llevaban mucho cobre, que tenia que tratarse de nuevo.

*Hidrometalujía.*—Ea gran cantidad de menas silíceas pobres en cobre existentes en los Estados Unidos, ha hecho que se haya tratado de aprovecharlas, disolviendo el cobre, separándole de las gangas insolubles por filtración i precipitando el cobre disuelto. Hace años se trabajaba por encontrar un procedimiento parecido al de la cianuración del oro sin conseguirlo; pero el año pasado han aparecido mas de una docena de fábricas que han montado instalaciones de levigación con resultados buenos al parecer.

El disolvente suele ser el ácido sulfúrico diluido que disuelve bien el cobre, con algo de hierro i alúmina, sin gastar mucho ácido; las menas oxidadas sin exigir tostación, las sulfuradas con calcinación prévia; las que contienen plata se cloran añadiendo sal a la solución. En la fábrica de Shanon

tuestan los minerales oxidados i mui básicos con piritas, sulfatizando el cobre i vierten sobre los montones del mineral el liquido residual de la cementacion.

Para precipitar el cobre de las soluciones emplean la corriente eléctrica, con ánodos insolubles, a veces de magnetita fundida haciendo atravesar el electrólito una corriente de anhídrido sulfuroso, para lograr un menor gasto de energía. Tambien se utiliza la cementacion con hierro obtenido de los residuos de piritas descubrizados, mezclados con carbon i calentado todo en horno cerrado a una temperatura de reduccion, o sea a unos 900° C.; si tuviera la materia mucha ganga se podria quitar por separacion magnética.

J. W. Richards aconseja colocar el hierro de cementacion sobre plancha de cobre, i así se desarrolla corriente que trasporta el cobre cementado sobre la plancha, dejando el hierro libre de él.

Para la levigacion, emplean las cubas de cianuracion o semejantes, citándose las de Chuquicamata que contienen casi 10,000 toneladas, teniendo 4,9 metros de profundidad. 30,6 metros de ancho i 45,75 metros de largo; i se aconsejan como buenas las de Parral, de agitacion por aire, totalmente de madera i con válvulas de vidrio o loza, ménos atacables por los ácidos.

*Publicaciones.*—Entre los trabajos efectuados en el año i publicados, podemos citar los de Wanjukoff, referentes a las escorias obtenidas en Tomsk, Rusia, mui pobres en metal; divide el autor los óxidos metálicos que la forman en dos grupos; el I comprende *Fe-Mn-Zn* el II comprende *Ca-Mg-Al*. Los óxidos I favorecen la solubilidad de los sulfuros metálicos que hai que aprovechar, miéntras que los del II la impiden, debiendo éstos formar las escorias i no los otros, como ahora se efectúa; aconsejando que el *FeO* entre en ellas en límites de 18 por 100 a 0,5 por 100 i las otras bases en las proporciones de 7 a 16 por 100 la *Al<sup>2</sup>O<sub>3</sub>*; de 20 a 37 por 100 *CaO*; de 5 a 7 por 100 la *MgO*. sirviendo como ejemplo para fusiones de matas de *Cu-Ni:Co* las siguientes:

|                                      | I     | II    | III   | IV    |  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| SiO <sub>2</sub> .....               | 38,23 | 42,00 | 47,00 | 55,20 | Grado de la acidez entre 1 i 2 o un poco mas.  |
| FeO.....                             | 7,00  | 9,60  | 3,00  | 5,80  |  |
| CaO.....                             | 3,000 | 28,30 | 38,00 | 20,60 | Temperatura de fusion de 1,100 a 1,500° C.   |
| MgO.....                             | 5,00  | 4,30  | *     | 1,80  |  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 14,00 | 13,50 | 11,57 | 16,18 | Pérdida en metal de 0,02 a 0,03 por 100 en matas de 37 por 100 <i>Cu</i> i el mineral empleado de 5 a 6 por 100 <i>Cu</i> separándose la escoria i mata, mui bien. |
| Cu.....                              | 0,02  | 0,02  | 0,03  | 4,04  |  |
| Co.....                              |       |       |       |       |  |
| Ni.....                              |       |       |       |       |  |

El doctor E. Weintraub leyó en la reunion del *Am. Institute of Metals*, en Búfalo, en los días 24 al 27 de setiembre, su trabajo sobre los adelantos del tratamiento del *Cu* con boro: explicando dos procedimientos para tener el boro, uno reduciendo el anhídrido bórico por *Mg* i purificando el metaloide así producido de 98 por 100, en horno a propósito; en el seguudo reduce el tricloruro de boro puro, con *H* puro.

El boro mui puro se fundirán en horno eléctrico revestido de su nitruro; por la gran inonidad del metaloide para casi todos los elementos, ménos para el cobre, ni aun fundido, le desoxidará, resultando cobre de 94 por 100 de conductividad eléctrica de Matthiessen.

El subóxido de boro se obtiene por reduccion del anhídrido con el *Mg-Al*, o metal alcalino, i por subsiguiente tratamiento de los productos; el anhídrido en exceso i el borato producido; no perjudican el tratamiento, mas bien le favorecen, dividiendo el subóxido. Se usan 0,75 a 1 por 100 que contienen 0,08 a 1 por 100 de subóxido.

Puede tambien utilizarse toda sustancia ménos oxidada que el anhídrido; el carburo de boro u otro; i en todo caso, para ausiliar la reaccion se recalentará el cobre. En Lyun la *Jeneral Electric Co.* emplea calderas de 56,7 kilógramos, e introduce el boro ausiliar mezclado con carbon vegetal, i el cobre encima; se funde hasta alcanzar la temperatura deseada sin exceder; se retira el caldero, se quita la escoria, se echa el resto del boro ausiliar ajitando la masa; pasado un minuto, se desescoria i se enfria el metal a la temperatura del moldeo.

En Schenectady se usa el reverbero, introduciendo en el fondo el boro ausiliar i despues el cobre, ajitando con aparato de grafito Acheson, sin empleo de hierro, para no perjudicar al metal, que llega a conductividad de 97 hor 100 de Mathiessen; empleando metal viejo no se alcanza esa cifra; la resistencia a la traccion llega a 17 kilógramos por  $\text{mm}^2$ ; límite de elasticidad 8 kilógramos por  $\text{mm}^2$ ; expansion, 48,50 por 100; con las ventajas del cobre moldeado, no solo de ser mas barato, sino en muchos casos de obtener mejores aparatos i de la posibilidad de combatir pérdidas en el efecto útil; en trasformadores se puede economizar espacio.

En el cuaderno 16 de *Metall und Erz* publica el señor Fiedrich Huser un artículo sobre refino del cobre con magnesio, defendiendo que despues de varias fusiones con él tiene el máximum de conductividad; en artículo posterior le compara con el refinado mediante otras sustancias; unas mas caras, como el boro i el titano, i otras que dejan oxígeno que forma óxido cuproso; el hidrójeno i azufre en el cobre aumentan mucho en volúmen; el fósforo i el silicio obran desfavorablente sobre la conductividad eléctrica, i en parte el manganeso i cromo; el aluminio forma la mui perjudicial alúmina, i el hierro, el níquel i el titano endurecen el cobre, dificultando su estirado, lo que mas en grande hacen el zinc i el estaño.

El autor añade cupromagnesio con 20 por 100 *Mg* en cantidad de 0,125 a 0,50 por 100 sobre el cobre fundido, preferentemente en horno eléctrico, cubierto de carbon vegetal; se berlinga con pértiga de madera i se forma capa de magnesia de 0,02, que se retira i queda el cobre con algo de magnesio, pero sin óxídulo ni gases, denso i tenaz, de testura sedosa, sin azufre, que se le

quitó, i elevándose ménos en el molde cuanto mas magnesio tiene, al enfriarse en el molde se contrae  $\frac{1}{61}$  i los moldes pueden ser de hierro untados de grafito.

Este cobre se lamina i estira bien, teniendo el alambre 42 kilógramos de resistencia, con conductividad eléctrica de metal puro, habiendo elevado ésta el autor desde 97,1 a 98,5 por 100, refinando el cobre con *Mg*.

Von E. H. Stek publica en *Metall und Erz*, cuaderna 22, año 1912-13, un trabajo sobre los hornos empleados en la obtencion i refinacion del cobre; recomienda los de gas i en el refino los basculables, con gran cuidado en la eleccion de gasójenos.

En lo referente al tratamiento de minerales de este metal han publicado los señores Fritz Caspari i Alfredo Flegel, en el cuaderno 9 de *Metall und Erz*, trabajos sobre fusion independiente de minerales oxidados cupríferos pobres i ricos en sílice i cal, llegando a las conclusiones siguientes:

I. El mineral triturado puede enriquecerse hasta tener 50 por 100 *Cu*, aumentando tambien la cal.

II. El mineral puede tratarse por levigacion, escluyendo los ácidos por medio de disoluciones de sales ácidas i de determinados álcalis, especialmente sales amoniacales o amoníaco, i con sub-siguiente electrolisis, segun condiciones económicas,

III. Los resultados mejores se obtienen por tostacion i reduccion, unidas a preparacion húmeda, que dará menas ricas en *Cu*, otras pobres i residuos calizos,

Tambien en la misma Revista, cuaderno 10, publican los señores Rudolf Schenck i Ernest Hempelman sus *Estudios sobre los fundamentos teóricos i prácticos de la fusion de las menas de cobre*.

En cuanto a los trabajos sobre lo mismo con aplicacion de la corriente eléctrica por sus efectos termicos, recordamos los siguientes: Dorsey A. Lyon i Robert M. Keeney presentaron en el mitin o reunion de Butte, agosto de 1913, el trabajo *Fusion de las menas de cobre en hornos electricos*, publicado en *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*, agosto 1913, del cual tomamos lo siguiente:

Fundieron electrotérmicamente minerales que tenian 37,35 i 25,35 por 100 de cobre nativo de Michigan, en forma de finos, obteniendo estas conclusiones.

1.<sup>a</sup> Se obtiene cobre negro de 98,59 por 100 sin pérdidas excesivas de cobre de tales menas;

2.<sup>a</sup> La proporcion de cobre de la escoria no excedía de 0,25 por 100 i de 0,50 por 100 del cobre cargado. i no siendo las demas pérdidas superiores a 1 por 100 no pasaban éstas del 1,50 por 100 del cobre cargado;

3.<sup>a</sup> La pérdida de *Cu* por volatilizacion es alta i crece con el grado de acidez de la escoria. a contar del monosilicato, i con mucha alúmina; es la mínima para la escoria, compuesta de 35 por 100 *SiO<sub>2</sub>*, 22 *CaO* i *MgO* i 25 *FeO*;

4.<sup>a</sup> La diferencia entre la eficacia de castina o hematites, como flujo, es pequeña, dependiendo en parte de la mayor densidad que den a la escoria, siendo el hierro; del cobre negro el mismo con uno o con otro flujo;

5.<sup>a</sup> Con horno marchando a baja temperatura, necesaria para escoria monosilicatada, se obtendrá cobre de mas de 95 por 100, i con marcha cuidadosa de 98 por 100, sin exceso de metal, reducido por el carbon de los electrodos;

6.<sup>a</sup> El gasto total electródico excede mucho al de carbon necesario para la reduccion del hierro que acompaña al metal cobre, empleando término medio 9,35 por 100 en la reduccion del *Fe*; el del gasto total fué de 4,54 kilogramos por tonelada de carga;

7.<sup>a</sup> El horno eléctrico trabaja bien con escoria aluminosa, rica en sílice,

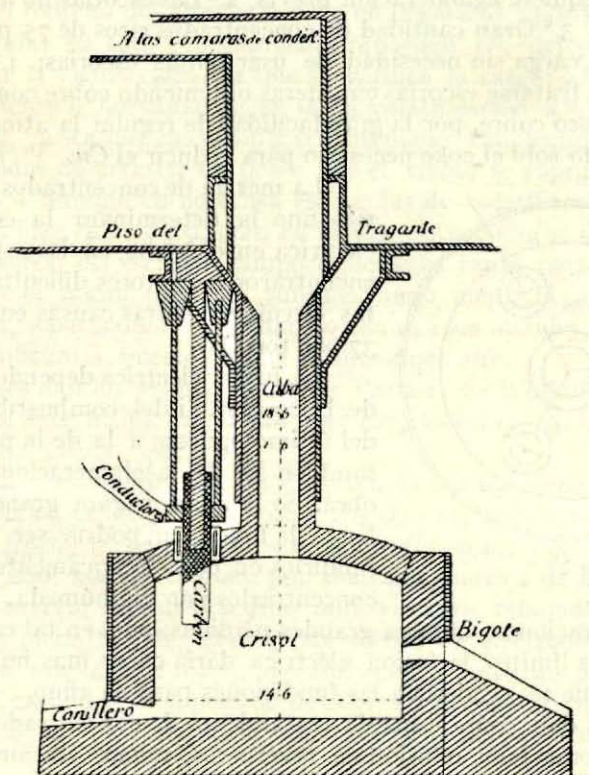


Fig 1

producida por la ganga sola, sin flujo, i perdiendo mucho cobre volatilizado por la gran temperatura necesaria para liquidarla; el cobre producido no contiene óxido de este metal; i

8.<sup>a</sup> El consumo de fuerza para los dichos concentrados de riqueza en *Cu* de 25 a 40 por 100 en horno eléctrico de 750 kilovatios no excede de 640 kilovatios-hora por tonelada de mena fundida.

En los ensayos en horno pequeño, obtuvieron cobre con 1,10 por 100 *Fe* i escoria con 1,37 por 100 *Cu*, debido en parte a acompañar en la última, mena fundida; la operacion fué continua, cargando el horno a intervalos por tragante de la cuba pequeña destinada a calentar la carga, ántes de llegar al

crisol, el cual tenia dispuesto el bigote para sangrar la escoria de un modo continuo i sin canillero.

Los autores proponen el tipo de horno representado en las figuras primera i segunda en las que se ve el crisol, donde se introduce la energía eléctrica, con capacidad bastante para la separacion del metal i escorias, i la cuba pequeña en donde se calienta la carga; los muros son de ladrillo refractario i lleva tres electrodos, para corriente trifásica de 50 a 100 voltios, regulables a mano i colocados verticalmente. El horno de 750 kilovatios tratará en veinticuatro horas 23 toneladas de concentrados con 25 a 40 por 100 *Cu*, siendo las ventajas del tratamiento electrotérmico las siguientes:

1.<sup>a</sup> No se requiere aglomeracion previa; 2.<sup>a</sup> Las escorias no necesitan nuevo tratamiento; 3.<sup>a</sup> Gran cantidad de concentrados ricos de 75 por 100 *Cu* se mezclarán en la carga sin necesidad de usar tantas escorias; 4.<sup>a</sup> Con fuerza barata, podrian tratarse escorias cupríferas obteniendo cobre con poco hierro, i escorias con poco cobre, por la gran facilidad de regular la atmósfera reductora, necesitando solo el coke necesario para reducir el *Cu*.

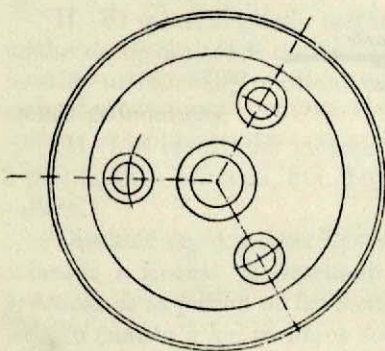


Fig 2.

La mezcla de concentrados ricos i material fino la determinará la conductividad eléctrica en el horno; en las esperiencias no encontraron los autores dificultades, por cortos circuitos u otras causas en mezclas con 37 por 100 *Cu*

La fusion eléctrica dependerá del precio de la corriente i del combustible, siendo la del último opuesta a la de la primera, como tambien la de lasglomeracion i mano de obra. Si la mina pagara grandes arrastres hasta la fundicion, podria ser mas barato fundirlos en ella eléctricamente, despues de concentrarlos por via húmeda, siempre que

en esta concentracion no hubiera grandes pérdidas, pues en tal caso no se llevaría a tan altos límites; la fusion eléctrica daría cobre mas impuro pero de gran riqueza, que se vendería a las fundiciones para su afino.

Los autores dan como coste de tratamiento de concentrados de 35 por 100 *Cu*, por aglomeracion o fusion en reverberos, refino, tratamiento de las escorias en cubilote, refino i moldeo, 8,64 dólares, sin incluir amortizacion. En el horno eléctrico tendríamos:

| COSTE DE LA FUERZA ELÉCTRICA |              | Coste de tratamiento por tonelada de concentrados. |
|------------------------------|--------------|--|
| Por Kw.-hora.                | Por KW.-año. |  |
| \$ 0,5                       | \$ 43,80     | \$ 7,18  |
| » 0,625                      | » 54,80      | » 8,08   |
| » 0,75                       | » 65,80      | » 8,87   |



Se tendrá en cuenta que en reverberos habrá que tratar de nuevo el 81 por 100 del material cargado, con escoria, mientras que en el horno eléctrico lo será el 5 por 100.

*Fusion de las menas de cobre en horno de cuba.*—Se sabe que en el tratamiento ordinario de los sulfuros de cobre en hornos de cuba se exige primero la tostion o espulsion del azufre en su casi totalidad i la reduccion por el carbon de los óxidos formados; la cuba está ocupada por el combustible en gran parte, de modo que el aire inyectado pierde el oxígeno unido al carbon incandescente; los sulfatos i algun sulfuro existentes pueden tambien reaccionar con los óxidos de cobre i producirse así algun metal; poco azufre será oxidado por el oxígeno del aire; se supone no llegará al 5 por 100.

Las pérdidas en este procedimiento proceden 1.º, del polvo de mena arrastrado por el viento cada vez que se verifica la carga; 2.º, del polvo llevado por el viento a las cámaras; 3.º, de la volatilizacion; 4.º, del arrastrado en las escorias, ya sea mecánicamente o combinado. Empleando el horno eléctrico las pérdidas de arrastre de polvo por el viento se suprimen, quedando las de los gases, aunque en no tanta escala; las de volatilizacion podrán ser mayores en la base de la cuba, pero en el ascenso por ella se depositarán, resultando menores; las escorias tampoco llevarán tanta parte útil, por ser mas regulable el horno eléctrico, suministrando mejor el calor, liquidando mas la escoria, separándola de la mata o metal, i los metales oxidados serán nulos o insignificantes, puesto que no se introduce aire.

Los autores dan los esperimentos de Vattier, de Wolkoff i de Stephan, publicados por este último en *Metall und Erz*, Octubre 1913, copiando las conclusiones del último, que son:

La marcha continúa por varios dias con la misma mena del Congo, teniendo escorias de 51,90 por 100  $SiO_2$ ;  $Al_2 O_3 = 11,31$  por 100  $CaO = 16,83$ ;  $MgO = 13,71$ ;  $Ee_2 O_3 = 3,55$ ;  $MnO = 0,94$ ;  $CuO = 0,46$ ;  $CoO = 0,88$ , requerian 1,000 a 1,200 kilovatios-hora por tonelada métrica de mena; cantidad grande por conservar líquidas escorias mui viscosas, rebajada a 500 kilovatios hora para mena fusible; el consumo medio de electrodos se elevó a 8 kilogramos por tonelada de mena, operando con 4 amperios por  $cm.^2$ , usando 25 kilos de carbon vegetal por 100 de cobre en la mena. El mejor revestido del horno fué de arcilla refractaria, apisonada con 80 por 100  $SiO_2$  i 15 por 100  $Al_2 O_3$ .

*Experiencias sobre fusion eléctrica de menas sulfuradas.*—Trabajaron los autores en el *Bureau of Mines Laboratory*: 1.º, en determinar las condiciones de la fusion meramente eléctrica de los minerales; 2.º, en ver el tanto por ciento de concentracion i azufre desaparecido; 3.º estudiar la posibilidad de condensar el azufre; 4.º determinar el consumo de fuerza con cargas varias; 5.º, determinar las pérdidas de oro, plata i cobre; 6.º, estudiar el uso de mata pobre en cobre, como colectoras del oro i la plata.

Emplearon menas sulfúreas pobres en cobre, otras silíceas con oro i plata i alguna tostada, de las composiciones adjuntas. La caliza era de 63,2 por 100  $CaO$  i 5,7 por 100  $MgO$ .

|                                      | Pirita<br>—<br>Por 100 | Nódulos<br>—<br>Por 100 | Mena silícea<br>—<br>Por 100 |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Si O <sub>2</sub> .....              | 2,50                   | 4,00                    | 74,53                        |
| Fe.....                              | 44,07                  | 65,60                   | 10,71                        |
| S.....                               | 48,20                  | »                       | 8,36                         |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 0,24                   | 1,76                    | 0,40                         |
| Ca O.....                            | 0,08                   | 0,45                    | »                            |
| Mg O.....                            | 0,73                   | 0,46                    | 0,26                         |
| F.....                               | 0,02                   | »                       | »                            |
| As.....                              | 0,20                   | »                       | »                            |
| Cu.....                              | 1,30                   | 0,07                    | »                            |
| Au.....                              | 0,01 onza en ton.      | 0,03 onzas enton.       | 1,28 onzas enton.            |
| Ag.....                              | 0,11 onzas en ton.     | 0,05 onzas en ton.      | 3,20 onzas enton.            |

Las menas se trataban en el horno eléctrico descrito ántes cerrado, para evitar escapes de azufre i entradas de aire, por el techo i en comunicacion con el condensador, compuesto de tres cámaras horizontales prismáticas; con varias divisiones para recojer el azufre i los humos, i en él se hicieron veinte esperiencias, siendo la carga como sigue:

|                   | Carga<br>—<br>Libras | Mata<br>—<br>Por 100 | Escoria<br>—<br>Por 100              |
|-------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Pirita.....       | 8,80                 | Cu — 1,22            | Cu 0,05                              |
| Nódulos.....      | 13,20                | Fe 64,18             | SO <sub>2</sub> 35,25                |
| Mena silícea..... | 5,76                 | S 22,38              | Fe O 41,30                           |
| Castina.....      | 2,73                 | onzas en ton.        | Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 10,00 |
|                   |                      | Au 0,72              | Mg O 1,64                            |
|                   |                      | Ag 0,06              | S 3,66                               |
|                   |                      |                      | onzas por ton                        |
|                   |                      |                      | Au 0,03                              |
|                   |                      |                      | Ag 0,32                              |

#### Conclusiones:

- 1.<sup>a</sup> En la fusion de menas sulfurosas en horno eléctrico se obtendrá la volatilizacion de 60 por 100 de su azufre i la separacion de la mata i escoria.
- 2.<sup>a</sup> La proporcion de concentracion es la dependiente de la separacion de la mata i escoria, de la volatilizacion de 10 por 100 de azufre, mas un átomo, pero no desaparecerá hierro, por no haber oxígeno en el horno para oxidarlo i escorificarlo.
- 3.<sup>a</sup> Cualitativamente es posible recojer algun azufre condensado.

4.<sup>a</sup> Mata de 1 por 100 *Cu* de carga de 0,30 por 100 *Cu*, es buena coleccionadora del oro i plata si la separacion de la mata i escoria ha sido ejecutada.

5.<sup>a</sup> La pérdida de cobre, por volatilizacion i en la escoria, es pequeña.

6.<sup>a</sup> Hai poco oro perdido por volatilizacion; es menor el de la plata; lo que no ocurrirá, probablemente, en horno grande bien regulado.

7.<sup>a</sup> El consumo de electrodos en la fusion de menas sulfuradas no excederá de 2,5 kilogramos por tonelada de carga.

8.<sup>a</sup> En horno comercial grande, el consumo de fuerza para casi todas las menas será de unos 480 kilovatios-hora por tonelada de mena, 0,055 kilovatios-año.

En cuanto a la comparacion entre el horno eléctrico i los de reverbero i de cuba, para las menas de cobre, afirman los autores:

1.<sup>o</sup> La fusion de sulfuro, óxido o cobre nativo, puede verificarse tan bien o mejor en el horno eléctrico como en cualquiera de los otros dos.

2.<sup>o</sup> Lo mismo sucede en cuanto a las reacciones de la fusion.

3.<sup>o</sup> La pérdida de electrodos varía de 2,5 kilogramos a 5 por tonelada de mena tratada; no causando el carbon de ellos reduccion perjudicial de hierro, o consumo apreciable de energía eléctrica.

4.<sup>o</sup> Las pérdidas de *Cu*, *Au* i *Ag* no llegarán a las de las investigaciones dichas, ni a los de la fusion en hornos de reverbero o de cuba.

5.<sup>o</sup> Mata de 1 por 100 *Cu* podrá usarse como colector de oro i plata, tanto en oro eléctrico, como en los de combustion.

6.<sup>o</sup> Los costes comparativos dependerán de la clase de mena, de los de carbon i energía eléctrica; necesitando de 500 a 700 kilovatios hora por tonelada cargada, para fundirla.

Proyectan el horno de las figs. 3 i 4 para la fusion pirítica parcial electro-térmicamente, i como se ve, ademas de los electrodos, lleva las toberas correspondientes para introducir el aire, cuyo oxígeno servirá para la oxidacion del azufre i hierro; el cok no existe i por lo tanto se formarán escorias muy silíceas, cosa conveniente en esta operacion, i desaparecerán los inconvenientes del cok en la misma.

*Costes.*—Suponen los autores, que cueste la fundicion eléctrica lo mismo que la ordinaria de igual capacidad i que se pueda comprar energía a otra compañía, o si la hace la fundicion, se considere como negocio aparte, en cuyo caso, dicen, habrá que añadir el costo de transformadores, conductores, instrumentos, etcétera, i que el horno ha de fundir 384 toneladas inglesas de carga, siendo la composicion de ésta:

|                                      | Por 100 |
|--------------------------------------|---------|
| Cu .....                             | 5,21    |
| Si O <sub>2</sub> .....              | 26,41   |
| Fe O .....                           | 18,60   |
| S .....                              | 11,46   |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 4,26    |
| Cu O .....                           | 17,49   |

Composicion i carga tratada varios meses en Washoe, Anaconda, con 8,2 por 100 de cok. Veamos la enerjía requerida.

$$\text{Puesto que se empleaban } 8,2 \text{ por } 100 \text{ de cok, tendríamos } \frac{2.000 \times 8,2}{100} = 264$$

libras de cok que tenia 80,24 por 100 de carbon fijo; por lo tanto, su carbon

$$\text{equivale } \frac{164 \times 80,24}{100} = 131,59 \text{ libras, i siendo la potencia calorífica de la}$$

libra de esta sustancia 8.100, tendremos  $131 \times 8.100 = 1.061.100$  por conversion del carbon en dióxido.

$$\text{El kilovatio-hora } 1,897 \text{ libras calorías; se requerirán } \frac{1,061.100}{1,897} \text{ o } 559 \text{ ki}$$

lovatios-hora para reemplazar las 164 libras de cok, pero suponiendo la mejor eficacia del horno de cobre de 50 por 100, la enerjía obtenida del cok en

$$\text{él será } 530,550 \text{ calorías representado teóricamente por } \frac{530,550}{1,897} \text{ o } 280 \text{ kilova-}$$

tios-hora por tonelada. Considerando la eficacia del horno eléctrico de este tipo de 85 por 100 i aun rebajada a 70 por 100, los 280 kilovatios-hora se aumentarán 1,42 veces i serán 280 por 1.42—397, o sean 400 kilovatios hora para fundir la tonelada de carga, i teniendo en cuenta el calor desarrollado por la combustion del azufre, no está el número último lejos de los 480 kilovatios hora calculados para la sola fusion; como hai que fundir 10 toneladas por hora,  $400 \times 16 = 6,406$  kilovatios-hora será la carga constante sobre el horno; i como el suministro de fuerza será trifásico, el equipo eléctrico se compondrá de tres transformadores de voltaje variable para dar márgen amplio a las sobrecargas repentinas, instrumentos, cables, etc.; el coste de lo cual dependerá de la localidad i otras circunstancias.

*Coste de la fusion.*—Segun los autores, el cok i la enerjía eléctrica están pagados; cuando el primero cuesta \$ 7 por tonelada, la segunda 0,15 por kilovatio hora o \$ 13 por kilovatio-año; relacion de 1: 1,8; i no tienen en cuenta las ventajas de la fusion eléctrica i solamente el coste de electrodos i enerjía que equivalgan al cok que produzca igual efecto.

En Trolhatan, Suecia, 10 libras de electrodos se requieren por tonelada de hierro, o aproximadamente 5 libras por tonelada de carga valorado en 0,30, aunque es llegado a 2 libras por tonelada, en cuyo caso la suma del coste de enerjía eléctrica i electrodos no superará al del cok; valiendo \$ 9 tonelada, la enerjía lo seria de  $9 \times 1,8 = \$ 16,20$  el kilovatio-año, ménos coste de electrodos, o unos \$ 16.

Basándose en las calorías i cok de 84,24 de C. fijo, la tonelada de 2,000 libras tendrá 1.604,8 libras de carbon, que convertido en  $\text{CO}_2$  darán 13.000.000 calorías; el kilovatio año es igual a 16.616.000 calorías; luego se requieran 1,2 toneladas del cok citado, que habrá que elevar a 1,5 o 1,8 toneladas por faltas en la combustion.

En la fusion pirítica creen los autores mui aplicable el horno eléctrico

suministrando la corriente eléctrica el calor que proporcionaba la pequeña cantidad de cok usada en el horno ordinario, aumentando o disminuyendo el calor segun las necesidades i sosteniendo la concentracion constante, cosa no fácil empleando combustible.

En resumen: en la fusion de las menas cobrizas, el horno eléctrico no será el competidor de los de carbon sino sustituto en casos especiales; como ha sucedido con los de hierro, aunque en condiciones mas ventajosas para los de cobre. Se tendrá en cuenta el menor coste cada vez de la fuerza eléctrica, por las mejoras en las máquinas de gas i turbinas de vapor, de modo que en distritos abundantes en carbon, aunque malo, podrá éste emplearse en producir electricidad.

En la discusion de este trabajo intervino Mc. A. Johnson con un escrito en el cual daba los datos obtenidos en la fusion de minas de zinc complejas teniendo plomo i cobre. En la fábrica Hartford de la *Continuous Zinc Furnace Co.* durante catorce meses, en 114 sangrías, se obtuvieron eléctricamente 16,9 toneladas con escorias de contenido en cobre mui bajo, 0,065 por 100, 7.05 *Pb*, 0,50 onzas *Ag* i 0,01 *Au*; en junio de 1913 se repitió la operacion con carga de 0,43 por 100 *Cu*, dando mata de 5,33 por 100 i escorias de 0.05 por 100 *Cu*.

Las condiciones para remocion del cobre, retenido en las escorias, bien sea por accion química como silicato, o disuelto como sulfuro, o en suspension como partículas de mata, se numeraron así:

I. Escoria delgada líquida, recalentada; son líquidas de 1.100° a 1.200° C. i se sangraban de 1.250° a 1.350° C.

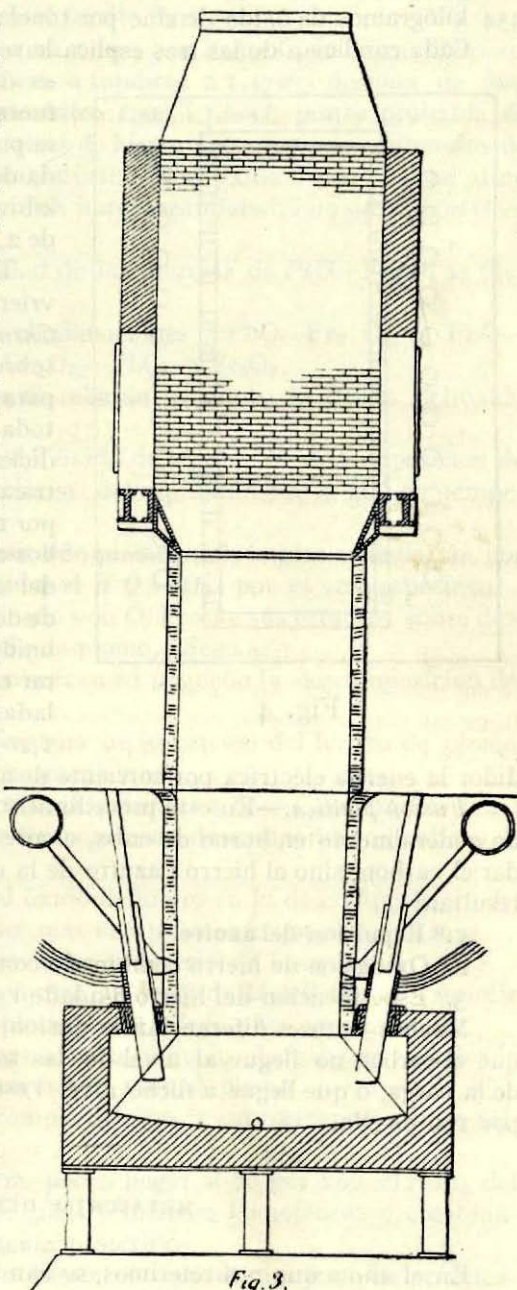


Fig. 3.

2. Baño tranquilo conmovido por 60 pulsaciones por segundo de la corriente alternativa.

3. Interna relacion de la zona de fusion, que reduce 272 kilogramos a 454 kilogramos de óxido de zinc por tonelada de carga,

Cada condicion de las tres esplica la separacion del cobre de la escoria, i es de esperar que en condiciones de fuerza favorable i carbon mui barato se pueda llegar a consumos por tonelada de carga fundida a ménos de 300 kilovatios-hora i de electrodos a ménos de 2,5 kilogramos.

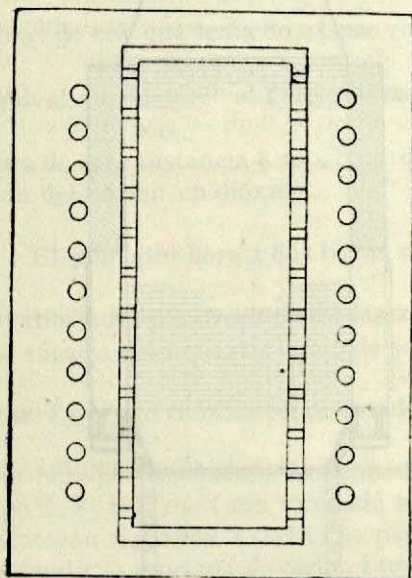


Fig. 4

Tambien ha publicado Francis Louvriér un artículo en *Metallurgical and Chemical Engineering*, diciembre 1913, sobre nuevo tipo de horno eléctrico para la reduccion de menas aplicado a toda clase, entre ellas a las de cobre; diciendo que el consumo de energía eléctrica por tonelada de mena con 5 a 6 por 100 de  $Cu$  será de 0,06 a 0,03 caballos-año variando segun el contenido del azufre i clase; el de electrodos será de dos céntimos de dollar por la misma unidad, i creen en la posibilidad de tratar en un horno de 2.000 a 3.000 toneladas diarias de mena de clase media a 1,20 por tonelada, produciendo el fun-

didor la energía eléctrica por corriente de agua.

**Fusion pirítica.**—En este procedimiento de obtencion del cobre, efectuado generalmente en horno de cuba, el aire o su oxígeno no se dedican a oxidar el carbon, sino al hierro i azufre de la carga, en su mayor parte; i de ello resultan:

- 1.º Espulsion del azufre.
- 2.º Oxidacion de hierro combinado con el azufre espulsado.
- 3.º Escorificacion del hierro oxidado i su separacion de la mata obtenida.

Muchos autores diferencian la fusion pirítica de la semipirítica, segun que el carbon no llegue al nivel de las toberas, o sea ménos del 3 por 100 de la carga, o que llegue a dicho nivel, i estará comprendido entre el 3 i el 10 por 100 de ella.

#### METALURJIA DEL PLOMO

En el año a que nos referimos, se han estudiado detalles de aplicacion o prácticos; de trabajos de laboratorio han aparecido entre otros el de Kohlmeier, en *Metall un Erz*, X, 483, sobre el sistema  $PbO-Fe_2O_4$ , llegando a las conclusiones siguientes:

I. Será a propósito la espinela magnésiana para crisoles i hornos, por resistir al fuego, i ser impermeable a vapores i gases de  $PbO$ .

II. El platino para temperaturas elevadas es algo soluble en  $PbO$ , ménos en ferrito de plomo i aun ménos en el ferrito ferroso.

III. El óxido férrico se transforma entre  $920$  i  $950^{\circ}C$ . en la modificacion negra; se aglomera a  $1,370^{\circ}$ ; empieza a fundirse a  $1,470^{\circ}$  i despues de descompuesto se funde completamente entre  $1,525$  i  $1,600^{\circ}$ , punto probable de fusion del  $Fe_3O_4$ . Existen otros ferritos de hierro con mayores contenidos de  $Fe_2O_3$ . El ferrito ferroso magnético pulverizado se oxida a  $500^{\circ}$  i pasa al no magnético férrico; desde  $450^{\circ}$  pierde en impermeabilidad, i no son magnéticos a mas  $530^{\circ}$ .

IV. La proporcion de fusibilidad de las mezclas de  $PbO-Fe_2O_3$  se fijarán en diagrama.

V. Es posible la existencia de combinaciones  $3 PbO-Fe_2O_3$ ,  $(3 PbO-2 Fe_2O_3)$ ,  $PbO-Fe_2O_3$ ,  $2 PbO-3 Fe_2O_3$ ,  $-PbO-2 Fe_2O_3$ .

VI. 62 por 100 en peso de  $Fe_2O_3$  rebajan el punto de fusion del óxido de plomo desde  $885$  a  $752^{\circ}C$ .

VII. La volatibilidad relativa del óxido de plomo i la descomposicion de los óxidos de hierro en estas mezclas se determinarán por la mayor temperatura.

VIII. Las propiedades del ferrito de plomo i del ferroso se definirán por la manera de conducirse con los ácidos el  $H-O$  i  $SO_2$  i por el peso específico.

En la misma Revista ha publicado von O. Proske sus estudios sobre descomposicion del sulfato por el óxido de plomo, i llega a:

I. El óxido férrico i la sílice favorecen en pequeño la descomposicion del sulfato.

II. Por bajo de  $900^{\circ}C$ ., temperatura de formacion del ferrito de plomo, no existirá descomposicion, o será pequeñísima.

III. El óxido ferroso a temperaturas inferiores a  $800^{\circ}C$ . se transformará por el  $O$  del aire en férrico, a altas temperaturas descompondrá el sulfato de plomo por cederle oxígeno.

IV. Las propiedades físicas del óxido de hierro en la descomposicion del sulfato intervienen obrando a  $1,200^{\circ}$  mas enérgicamente que el óxido rojo.

V. Lo mismo se verifica en la cuestion industrial de las galenas.

El ingeniero Wilhelm Menzot, en otro cuaderno de *Metall und Erz*, estudia el tratamiento de las matas cuproplumbíferas i llega a las conclusiones:

I. Por fusion con sulfato sódico no hai separacion de cabezas i fondos, o sea matas con casi todo el cobre i otras con todo el plomo.

II. El sulfuro de plomo se descompondrá con la cal formando sulfuro cálcico i plomo metálico.

III. El grado de descomposicion podrá llegar al 70 por 100, el resto del sulfuro de plomo formará con el de calcio soluciones homojéneas o combinaciones i será estraído por desulfuracion posterior.

IV. Por fusion precipitante con hierro, no puede aumentarse prácticamente la accion añadiendo cal, sino que se disminuye.

V. El sulfato cálcico perjudica en el procedimiento de precipitacion; el de bario es ménos perjudicial.

VI. El sulfato i mata de cobre son descompuestos por cal i carbon, dando cobre.

VII. En la utilizacion de la cal como desulfurante pueden usarse hornos de reverbero eléctricos.

VIII. Para la fusion eléctrica de mata cuproplumbífera se utilizará solo el horno de resistencia, evitando el de arco por la gran volatilizacion de plomo.

*Electrometalurgia de los minerales de plomo.*—En cuanto a la obtencion del plomo de sus menas, mediante el calor desarrollado por la corriente eléctrica, mencionaremos los proyectos de Francis Louvrier i C. Luis, el último conocido en España por haber montado un horno eléctrico en una fábrica de hierro del Norte.

Louvrier supone que un caballo-año eléctrico equivale a 2,700 kilos de cok quemado en hornos no eléctricos, i concluye de la comparacion de los dos agentes técnicos, bajo ciertas condiciones, ser de dos a cinco veces mas baratos los hornos eléctricos que los de cok con las siguientes ventajas del primero:

Regularizacion mejor de la temperatura por manejo de los electrodos o por interruptores; constante produccion del calor necesitado, eliminacion del calor necesitado; eliminacion del efecto enfriante de las escorias; tratamiento fácil de toda mena; mayor producto, por no necesitar el horno eléctrico oxígeno o aire para funcionar, produciendo ménos escorias i mas fluidas: ménos trabajo manual por menor cantidad a tratar o por no necesitar triturar la mena o no aglomerarla; supresion de aparatos soplantes; ménos reparaciones por producirse el calor en el centro de la carga i no en las paredes del horno; tener metales mas puros; posibilidad de tratar los minerales en las minas i disminucion de los gastos de transporte.

Dice que en los hornos de zinc, un caballo-año eléctrico equivale a 7,000 kilos de carbon obteniendo el 95 por 100 del contenido en la mena; en los de estaño a 3,600 dando mayor producto por no oxidarse ni evaporarse; en los crisoles para hacer acero es igual a 18 toneladas; i como la produccion de tal energía en máquinas de gas se necesitan 3,855 kilos, en tales industrias puede sustituirlas.

Los autores citados proyectan el horno eléctrico para todos los metales con las ventajas sobre los ahora usados de poder ser de gran carga, cosa no frecuente, regulan bien la temperatura; pues los electrodos no son grandes, ni tienen que sufrir el roce de las substancias.

Es de cuba (figs. 5 a 8), i se compone de tres partes: la cuba *A* para calentar progresivamente las menas; los etalajes *B* o zona de reduccion i el depósito o crisol *C*, compuesta como *D* de material mui refractario i no conductor, siendo el fondo *S* conductor i unido con una de las fases de la corriente. En los etalajes, tiene aberturas a distintas alturas, colocadas en dos series enfrente una de otra en paredes opuestas, que dan paso a los electrodos, correspondiendo cada serie a una fase de la corriente; los huecos entre los electrodos i las aberturas se impermeabilizan con lodo. Se cierra el horno de modo apropiado con toma de gases, aunque el óxido de carbonos se quema en la cuba por aire que entra por las aberturas.

Los electrodos colocados horizontalmente se desgastan por combustion



de vez en cuando se empujarán dentro, pasando la corriente de unos a otros i al de fondo de manera que la carga servirá de resistencia, obteniendo temperatura prácticamente constante.

Si se quisiera emplear para reducir cobre se uniría al reposador *T* de las figs. 5 a 7 para refinarle con toberas *O*, chimenea; en otro caso lleva bigote i canillero.

Las ventajas de este horno segun los inventores son: sencillez de construcción i de regular la temperatura; posibilidad de usar altos voltajes, 120 voltios en los pequeños, 240 en los medios i 350 i 400 en los grandes, que pueden ser enormes, cerrados completamente; gasto pequeño de electrodos, por no estar rodeados de aire ni de gases; poco trabajo manual por lo capa-

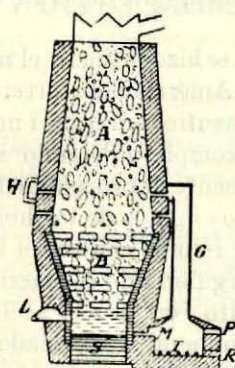


Fig 5

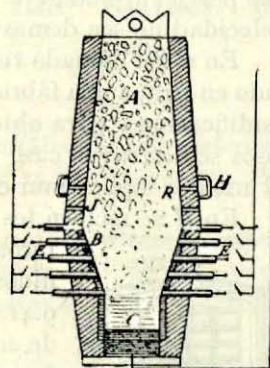


Fig 6

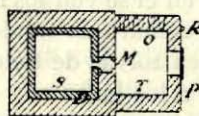


Fig 7

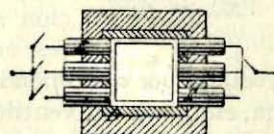


Fig 8.

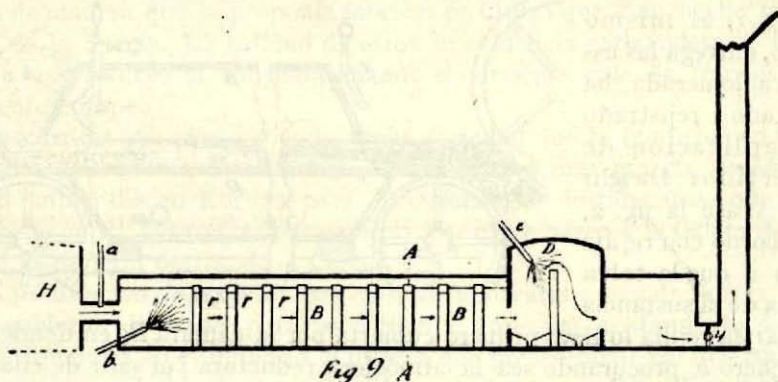


Fig 9 A

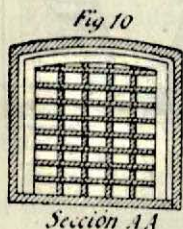
ces i poca radiacion; el calor arrastrado por los gases se emplea en calentar la carga, i si son combustible se queman dentro; es continuo con zona grande de reduccion.

*Condensacion de humos.*—Actualmente en todos los tratamientos metalúrgicos se considera beneficioso condensar los humos i recojer sus elementos valiosos para nuevo tratamiento; los principales procedimientos son los de galerías o cámaras que llevan placas o mejor redondos de hierro, ya horizontales, ya verticales, 10 sacos los electroestáticos; el llamado del tiógeno; el de fabricacion de ácido sulfúrico i los mistos.

Los de galerías o cámaras son redondos de hierro, i con sacos son los predominantes o, por mejor decir, los de mas reputacion; los otros están en

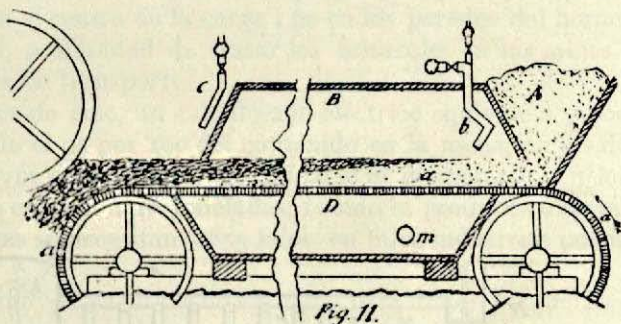
período de pruebas. habiendo algunas con resultado satisfactorio, como el electrostático de Contrel, aunque la instalacion de Balaklaba no los diera completos, se esplica por no tener en cuenta que los gases no conducirán mucho polvo en unidad de volúmen, que deberán estar algo húmedos i que su velocidad no sea demasiada.

En el del llamado tiójeno se hizo primero el modelo de ensayo, i se ha aplicado en 1913 a una fábrica de América del Norte; esperando algunas pequeñas modificaciones para obtener azufre amarillo i no gris, pues los gases sulfurados se destruyen casi por completo dejando aprovechable este elemento. El modelo esplica mui claramente el procedimiento; véanse figuras 9 i 10.



En *H* se reciben los humos i gases de los hornos, con bastante ácido sulfuroso i se reunen con vapor inyectado por *a*, pasando reunidos a la galería de contacto de unos m. 12.20×2.13 con 9.41.83 alto, en donde se le mezcla por *b* una cantidad de aceite mineral vaporizado i todo ello atraviesa 9 diafragmas de contacto *r*, formadas por ladrillos de yeso mezclado con serrin i calentado en fuego reductor, que hace se convierta el sulfato en sulfuro; véase en la figura la sección *AA*; en él se ven los huecos para el paso de los vapores; en la cámara de condensacion *D* se enfria por el agua inyectada por *c* recojiéndose en tolvas de fondo, pasan a la otra cámara i galería, en donde un ventilador *d* los lanza a la chimenea.

Otro aparato para aprovechar el azufre del anhídrido sulfuroso procedente de la tostion de piritas i, al mismo tiempo, entrega las us-tancia aglomerada, ha patentado i registrado Hall, aplicacion de convertidor Dwight Lloid, véase la fig. 2, es un horno con rejilla sin fin a que la tolva *A* llena de la sustancia a tostar; la rejilla lo lleva primero cubierta por la cámara *B*, en donde existe el mechero *b*, procurando sea la atmósfera reductora i al salir de ella puede ser puesta en contacto la sustancia con el vapor de agua de *c*.



Por bajo de la cámara de combustion está la de sección *D* con su tubo *m* en comunicacion con el ventilador; segun el autor, por lavado se tiene el azufre, i la sustancia tostada i en pedazos.

No hacemos mencion, como se ve, de los aparatos usados en los hornos altos, bien sean con agua o sin ella.

S. E.  
Ingeniero de Minas,



## La industria del hierro i del acero en Estados Unidos, Alemania i otros paises i las minas de hierro.

Desde hace años se repetía entre nosotros que contábamos con poderosos yacimientos de fierro i que día llegaría en que se habrían de aprovechar. ¿En qué forma? todavía no se sabía.

Solo nos dimos cuenta, i no cuenta cabal, de que podían tomar importancia en tiempo no muy lejano, cuando vimos el hecho de que algunos capitalistas franceses habían adquirido importantes depósitos en las provincias de Atacama i de Coquimbo.

Sin embargo, como muchas de las minas pedidas fueron después abandonadas, algunas personas que se habían anticipado a hacer denuncios hicieron lo mismo con las suyas.

La Sociedad Altos Hornos de Corral, que había venido a Chile a fundir con el carbon de nuestros bosques australes, gozando de una garantía del Gobierno de Chile, adquirió para este objeto, la mina de El Tofo, situada en la provincia de Coquimbo, que reunía todas las condiciones del caso, incluso la de ser la única gran mina que daba minerales puros en lei de fósforo i de azufre, cualidad requerida para producir los fierros especiales con carbon de madera que se proponía fabricar en Chile i que han hecho la reputación de la Suecia. La calidad de éstos se evidencia cotizándose el lingote sueco a 105 francos la tonelada cuando el corriente vale 65 francos en el continente europeo.

Trascurrido tres años i viendo dicha sociedad que la fundición en Corral por medio del sistema Prudhomme, era el fracaso mas grande, pensó en la venta de minerales en Europa para aprovechar las instalaciones que se habían hecho en El Tofo a fin de trasportar por cable aéreo a la Caleta de Cruz Grande, el mineral destinado a Corral.

La prohibición de esportar esta clase de minerales puros de Suecia, hecha por el gobierno de aquel país, poco tiempo antes, el agotamiento de esta clase de minerales en el mundo i el interés que presentaban para ciertas nuevas fabricaciones había hecho subir el precio hasta permitir la esportación de esos minerales con fruto. Entendióse pues esta sociedad con la casa vendedora de minerales de Londres K. Ettliger i Cia., para hacer un ensayo del mercado remitiendo a Europa varios cargamentos pequeños con este objeto.

Conocidos estos minerales por los clientes de aquella casa se interesaron luego por ellos los directores de la Compañía norte americana Bethlehem quienes mandaron ver la mina i firmaron un contrato de arrendamiento por noventa años con derecho a agotar la existencia de minerales, el 4 de enero de 1913.

Las condiciones de este contrato son demasiado complicadas para hacer

una exposicion detallada de él, nos bastará referirnos a sus líneas principales. La Compañía norte americana paga un precio alzado al término de cada año i una regalía ademas por tonelada con escala ascendente de 2,5 centavos oro americano en cada período de cinco años.

Así, paga como cánon de arrendamiento:

|                                 |         |         |
|---------------------------------|---------|---------|
| el 31 de diciembre de 1913..... | 75,000  | dóllars |
| » » 1914.....                   | 100,000 | »       |
| » » 1915.....                   | 200,000 | »       |
| desde 1915-1937 por año.....    | 200,000 | »       |
| » 1937-1947 » .....             | 200,000 | »       |
| » 1948-1952 » .....             | 225,000 | »       |
| » 53-57 » .....                 | 250,000 | »       |
| » 58-62 » .....                 | 275,000 | »       |
| » 63-67 » .....                 | 300,000 | »       |
| » 68-72 » .....                 | 325,000 | »       |
| hasta el fin. ....              | 325,000 | »       |

La regalía suplementaria es de 0.10 dollar por tonelada escalonada tambien del modo siguiente:

|                       |           |
|-----------------------|-----------|
| desde 1913-1928 ..... | 0.10      |
| 1928-1932 .....       | 0.12 1/2  |
| 33-37 .....           | 0.15      |
| 38-42 .....           | 0.17 1/2  |
| 43-47 .....           | 0.20      |
| 48-52 .....           | 0.22 1/2  |
| 53-57 .....           | 0.25      |
| 58-62 .....           | 0.27 1/2  |
| 63-67 .....           | 0.30      |
| 68-72 .....           | 0.32 1/2. |

Como se ve claramente, lo que la compañía francesa ha buscado es una fórmula para obligar a la Compañía norte americana a explotar lo mas rapidamente posible ya que en cada período de cinco años que se demore la gravan mas los derechos. Por lo demas está esto confirmado con los hechos, pues hemos leído en revistas americanas que las instalaciones para embarcar i trasportar minerales llegarán a tener una capacidad de 15,000 toneladas diarias. El contrato es forzoso por 15 años para la Bethlehem i voluntario para el resto del tiempo, lo que se esplica porque no hubo tiempo para hacer sondajes en la mina i avaluar la existencia de minerales, con precision, ántes de firmarlo i puede ocurrir que la mina sea mas rica que lo que se ha previsto con escasos reconocimientos.

Suponiendo que no haya mas que lo reconocido por los ingenieros ántes

de vender la mina, esto es unas 45.000,000 de toneladas, este contrato si se demora en cumplirse solo 15 años, habrá producido:

|                                      |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| Por cánones durante 1913 i 1914..... | 875,000 francos    |
| » » 13 años hasta 1928.....          | 13,000,000 »       |
|                                      | 13.875,000 francos |

por regalías 0.50 francos s/ 3.500,000 toneladas

|                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| durante 13 años..... | 22.750,000         |
|                      | 36.625,000 francos |

Esta suma corresponde a un capital de cerca de 16.000,000 de francos que es lo que ha gastado la Compañía de Altos Hornos, colocado durante 15 años al 6% con intereses compuestos.

La Compañía Bethlehem tiene grandes talleres para fabricar armamentos con capacidad para producir 1.000,000 de toneladas de acero. Su consumo actual en minerales es de 1.500,000 toneladas. Los aceros especiales que fabrica encontrarán un material de primera calidad en los minerales que puede suministrarle la mina del Tofo.

Posteriormente a esta negociacion hemos visto transferirse los yacimientos de Algarrobo, situados en el departamento de Vallenar, de propiedad de los capitalistas franceses señores Carbonel i Armand a la poderosa firma germano-holandesa, Gutehoffnungshütte de Oberhausen (Rhin) i W. Müller de Rotterdam, en la suma de 5.600,000 francos. La casa fundidora nombrada tiene mas de un siglo de existencia i cuenta con un capital superior a 50.000,000 de Mk. i la casa Müller, es la casa vendedora de minerales mas importante de Europa; proveedora de las usinas de Westfalia de minerales suecos, argelianos, españoles i franceses, siendo dueña de minas en varios paises del mundo i teniendo líneas de vapores propias; su capital de jiro es superior a 50.000,000 de florines.

Contrariamente a los americanos, esta Compañía se propone hacer una explotacion a largo plazo de ese depósito a razon de 1.500,000 toneladas por año, mas o ménos.

La adquisicion de la mina del Tofo con sus minerales escepcionales no nos estrañó, porque el precio que tiene en los mercados europeos i americanos el mineral de 68% de lei de esa clase oscila entre 30 i 32 sh, habiendo llegado hasta 34 sh.

Pero la venta de yacimientos reputados fosforosos con leyes superiores a 0.05 de fósforo, que tienen en su precio de base, que corresponde al 60%, una diferencia de 4 sh con los primeros, nos llamó mucho la atencion i concluimos por decidarnos a emprender un estudio del mercado de minerales de hierro seguido del de la industria en jeneral i de las minas de Chile.

El resultado de este trabajo es naturalmente que existe un mercado estenso en Estados Unidos i en Europa para nuestros minerales. Creemos que las

provincias de Coquimbo y Atacama podrán ocupar el lugar prominente en esta esportacion de minerales i tener al lado de sus hermanas salitreras las provincias de Tarapacá i Antofagasta, una posicion comparable en cuanto al tonelaje de la carga que se movilizará por sus puertos.

Las empresas extranjeras que realicen esta transformacion nos dejarán puertos, ferrocarriles, centrales de fuerza motriz; nos traerán combustible barato para impulsar la metalurjia de otros metales, principalmente del cobre, en una palabra nos permitirán desarrollar luego i en gran escala la industria minera que es el porvenir del Norte desierto de nuestro país, con gran beneficio para los pequeños oasis agrícolas de Atacama i Coquimbo i mas aun, para las fuentes de la agricultura del centro i del sur del país.

De este estudio se desprende fácilmente lo descaminada que es la idea de gravar con un derecho de esportacion a los minerales que se esplotan en nuestro país con este objeto. Mas absurdo aun es fijar una tarifa única para todos los minerales sin distincion de clase. Si es cierto que hai países que han prohibido la esportacion de los minerales puros i otros que han puesto derechos a sus esportaciones, tambien lo es que la condiciones en que ellos se encuentran son totalmente distintas de las nuestras como se verá por este estudio mas adelante.

Si se quiere aquí ser consecuente con la idea de que las minas de hierro son de libre denuncia, debe tambien permitirse que se trabajen i se esploten.

Si el Estado quiere impedir su esplotacion por considerarla perjudicial para el interes de la nacion debia espropiarlas para hacerlas suyas siguiendo un programa de desarrollo industrial nacionalista o mas bien de carácter socialista como lo ha hecho la Suecia.

La idea de gravar con un impuesto a una industria que todavía no ha nacido a la vida, sin conocimiento cabal de las utilidades que va a dejar, de los sacrificios que va a exigir, no es seguramente de estadistas. Países aun como el Brasil que cuenta con los fierros mas puros i de mejor lei del mundo han reaccionado en este sentido, tanto por estar curados de la idea de fundar la industria siderúrgica con carbon de leña, como por haber comprendido que la esportacion en gran escala de estos minerales es lo único que será capaz de atraer a compañías poderosas que vengan a desarrollar la industria minera preparando al país para la industria siderúrgica del futuro, cuando la energía eléctrica se esté aplicando industrialmente en Estados Unidos o Suecia, como puede preverse desde ahora, dado los resultados de los ensayos en grande.

El hecho capital que ha venido por último a cambiar la faz de los negocios de esportacion de minerales para nuestro país, está en la apertura del canal de Panamá. Es ésto lo que va a permitir acortar nuestra distancia a Nueva York a la mitad i en un 25% la de Europa. Por fuertes que sean los derechos de pasaje del canal siempre existirá un abaratamiento positivo que todas las naciones se preparan para aprovechar.

De la memoria anual presentada por el Director, Dr. Beumer, al sindicato de fundidores i metalurjistas de fierro i acero del grupo del Nor-oeste de Alemania (Rhin i Westfalia) de 7 de abril de este año, extractamos el siguiente parrafo que tiene relacion con estas cuestiones:

La lucha por la adquisicion de los depósitos de minerales esplotables ha

despertado como en los años anteriores, el mayor interes de parte de los industriales que en tan alto grado dependen del aprovisionamiento de minerales importados del extranjero. Particularmente desempeñarán un papel importante en el porvenir los poderosos yacimientos aun vírgenes del Oeste de Norte América i de todo Sud América para proveer al mundo de minerales.

Las adquisiciones alemanas efectuadas en el Brasil, que posee los yacimientos mas notables del mundo, han sido satisfactorias. Los minerales brasileños tomarán en el porvenir una importancia especial.

El gobierno brasilero lo ha reconocido de una manera razonable tambien Nuevas vias de comunicacion para la apertura de los distritos correspondientes han sido creadas; el Estado de Minas ha rebajado sensiblemente el derecho de esportacion i el gobierno federal ha concedido la introduccion libre de derechos del material necesario para la explotacion.

El canal de Panamá hará sentir una influencia preponderante en nuestra provision de minerales, sin duda ninguna. Los reconocimientos e investigaciones hechos en la costa del Pacífico han demostrado, a pesar de estar muy lejos de ser completos, que en la faja de territorio comprendida entre la isla de Vancouver por el Norte i Valdivia por el Sur, hai yacimientos que ofrecen un material excelente para la fabricacion de lingotes. Para atestiguar la superioridad de estas riquezas contenidas en la costa occidental de América, tenemos tambien el hecho que desde hace mucho tiempo, a pesar de los altos fletes, se han traído a Alemania minerales de fierro chilenos dando la vuelta por el cabo de Hornos. Por lo tanto tiene nuestra industria el mas vivo interes en participar a la apertura de estos distritos para poder así aprovechar del abaratamiento en la produccion que resultará de un trasporte mas corto».

A propósito de la escasez de minerales de fierro diremos desde ahora para que no quepa error posible al respecto, que tal escasez solo existe con relacion a los minerales de alta ley, pero de ninguna manera para los demas.

Una estadística presentada al Congreso Internacional de Hierro celebrado en Estokolmo en 1910 dió la siguientes cifras:

|                | Recursos actuales.   | Recursos futuros. |
|----------------|----------------------|-------------------|
| Europa.....    | 12,032.000,000 tons, | 41,029.000,000    |
| América.....   | 9,855.000,000 »      | 81,822.000,000    |
| Australia..... | 136.000,000 »        | 69.000,000        |
| Asia.....      | 260.000,000 »        | 457.000,000       |
| Africa.....    | 125.000,000 »        | .....             |
| TOTAL.....     | 22,408.000,000 »     | 123,377.000,000   |

Aunque estos datos dejen mucho que desear por no conocerse ni a medias los recursos minerales de la América del Sur, Africa etc. se desprende sin embargo que los cálculos pecan mas bien por defecto i son del todo tranquilizadores. Como es este un asunto de mucha importancia hai en la actual un Comité internacional que estudia esta materia i prepara datos completos.

El cuadro de las existencias de minerales ricos es como sigue:

| Europa                   |                   | Lei media            |                           |
|--------------------------|-------------------|----------------------|---------------------------|
| Rusia-Krivoi-rog.....    | 86 millones tons. | 62                   |                           |
| » Cáucaso.....           | 13 » »            | 60                   |                           |
| Suecia. Laponia.....     | 1,035 » »         | 60-70                |                           |
| » Central i Sur.....     | 60 » »            | 60                   |                           |
| América                  |                   |                      |                           |
| Terranova .....          |                   | 65                   | con fuerte lei de titano. |
| Méjico.....              | 55 » »            | 60-70                |                           |
| Indias Occidentales..... | 3 » »             | 60                   |                           |
| Australasia .....        | 83 » »            | 64                   |                           |
| TOTAL.....               |                   | 1,300 millones tons. |                           |

Este cuadro adolece del mismo defecto del anterior: es absolutamente incompleto.

Para estar siquiera con alguna aproximacion cerca de la realidad de las cosas, seria preciso agregar: Primero: los yacimientos extraordinariamente ricos i puros en fósforo del Brasil que suman mas de 400.000,000 de toneladas de 67 a 68% de lei. Segundo: Los yacimientos de minerales ricos de Chile con lei superior a 60% i que pueden estimarse en 800 millones por lo ménos. Tercero: Los depósitos de fierro magnético y olijisto del Africa Central cerca del territorio de Katanga, descritos por el conocido jeólogo belga Cornet. Cuarto: Los depósitos de la China i del Asia en jeneral que se sabe son importantes, aunque poco estudiados aun.

Eso sí que no hai que olvidar el factor distancias a la costa i costo del transporte. Así por ejemplo los fierros del Brasil deberán recorrer mas de 600 kilómetros de ferrocarril para llegar al puerto de Victoria i se calcula que no podrán ser puestos en los Estados Unidos por ménos de 30 francos la tonelada. Nada decimos de los depósitos africanos que tendrán que recorrer mas de 1,200 kilómetros para salir al puerto de Benguela en el Africa Occidental.

Por consiguiente nuestra situacion es privilegiada en cuanto a distancias, i si nos atenemos a la condicion de explotacion de las minas de Suecia, limitada por medidas de política económica adoptadas en aquel pais i que se detallarán en un capítulo de este trabajo, vemos que este competidor temible por su vecindad a los centros de consumo, por la calidad de sus minerales, por su bajo precio de estraccion, deja de serlo por completo, dándonos oportunidad para quedar propiamente en una situacion, como decimos, escepcional.

Es esto lo que han comprendido las poderosas compañías que han venido a instalarse a nuestro pais. La situacion que ocupan en el mundo industrial i comercial por sus capitales i su seriedad, son una garantía del éxito que obtendrán i éste repercutirá de un modo extraordinariamente importante en el porvenir de la minería de fierro de nuestro pais, pues solo necesita un mercado



favorable para tomar un desarrollo análogo al de las minas de España, de Arjelia i de Suecia.

Para la claridad dividiremos este estudio en los capítulos que siguen a continuación:

I. La producción del fierro i del acero en el mundo. Estadísticas de los principales países.

II. Los planteles de fabricación en Estados Unidos i Alemania.

III. Las minas principales en explotación en los países de gran producción.

IV. Países esportadores de minerales. España, Suecia, Arjelia i Tunisia.

V. Países susceptibles de esportar minerales. Brasil, Chile. Enumeración de los yacimientos i estudio económico.

VI. Conclusion.

## I

No es nuestro propósito presentar un trabajo completo sobre el estado actual de la producción del fierro i del acero en el mundo, sino mas bien dar una idea somera del aumento progresivo en los países principales que contribuyen a su producción, con el objeto de llamar la atención a las necesidades crecientes de materia prima que este aumento exige.

*Estados Unidos.* El desarrollo de la producción de lingote en los Estados Unidos por décadas, es como sigue, según los datos de E. Eckel publicados en el «Engineering Magazine» de agosto de 1912:

|                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| 1801-1810.....            | 500,000 toneladas |
| 1811-1820.....            | 350,000 »         |
| 1821-1830.....            | 1.000,000 »       |
| 1831-1840.....            | 2.300,000 »       |
| 1841-1850.....            | 4.945,000 »       |
| 1851-1860.....            | 6.818,737 »       |
| 1861-1870.....            | 11.366,964 »      |
| 1871-1880.....            | 24.055,278 »      |
| 1881-1890.....            | 56.902,041 »      |
| 1891-1900.....            | 98.124,754 »      |
| 1901-1910.....            | 211.321,934 »     |
| 1911-1920 aproximada..... | 450.000,000 »     |

Las cifras correspondientes a los últimos años que pueden compararse con los dados por Alemania e Inglaterra mas adelante son:

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 1903..... | 18.297,000 toneladas |
| 1907..... | 26.193,862 »         |
| 1908..... | 16.127,000 »         |
| 1909..... | 26.123,000 »         |
| 1910..... | 27.250,000 »         |
| 1911..... | 24.204,215 »         |
| 1912..... | 30.302,568 »         |
| 1913..... | 31.461,762 »         |

Vemos que la producción de lingotes ha sido en 1903 de 31.461,762 toneladas contra 30.202,568 en 1912.

Si tomamos como punto de comparación el año 1902, en que la producción fué de 18.000,000 mas o menos, vemos que en ese período de 10 años ha habido un aumento de 12.000,000 de toneladas.

Las cifras para los productos ácidos i básicos ha sido segun el Mineral Industry para 1910 i 1911 i otras estadísticas para 1912 i 1913:

|                           | 1910       | 1911      |
|---------------------------|------------|-----------|
| Acido.....                | 11.245,000 | 9.409,852 |
| Básico.....               | 9.084,000  | 8.520,000 |
| Molde.....                | 5.260,000  | 4.468,000 |
| Bessemer maleable varios. | 843,000    | 612,000   |

Con mas detalles para 1912 i 1913 tenemos:

|                          | 1912       | 1913       |
|--------------------------|------------|------------|
| Lingote ácido.....       | 11.850,639 | 11.778,879 |
| » básico.....            | 11.600,572 | 12.738,350 |
| » moldeo o fierro colado | 5.155,055  | 5.203,437  |
| » para acero moldeado.   | 838,853    | 1.009,636  |
| » para fierro pudelado.  | 476,690    | 330,029    |
| » Spiégl. ....           | 97,888     | 112,103    |
| » fierro manganeso....   | 127,384    | 121,408    |
| » blanco .....           | 55,487     | 67,920     |
|                          | 30.302,568 | 31.461,762 |

Esto nos permite observar de paso, que ya en el último año los minerales fosforosos han sobrepasado a los del tipo «Bessemer ore», que son los que concurren a la producción del tipo de aceros ácidos.

El gráfico número 1 tomado de la revista «The Engineering Magazine», febrero 1914, de un artículo del señor Moss, sobre la producción del fierro i acero en los Estados Unidos, da una idea comparativa de la producción europea i americana en una serie de años.

En cuanto a la producción del acero de los Estados Unidos ha ido aumentando como sigue en los últimos años: (Mineral Industry).

|           | Básico     | Acido      |
|-----------|------------|------------|
| 1910..... | 10.975,431 | 15.537,000 |
| 1911..... | 9.002,341  | 14.920,907 |
| 1912..... | 11.650,596 | 19.955,766 |

Fig. 1

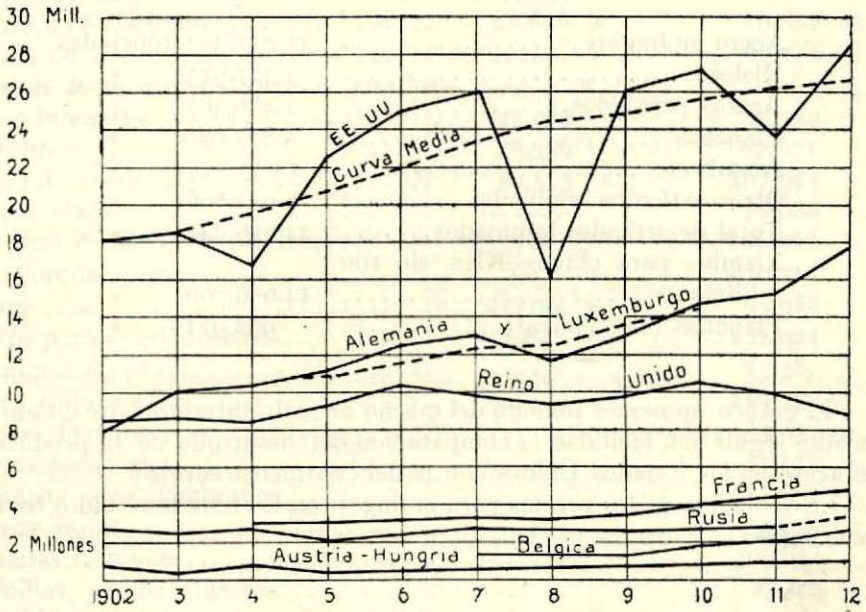
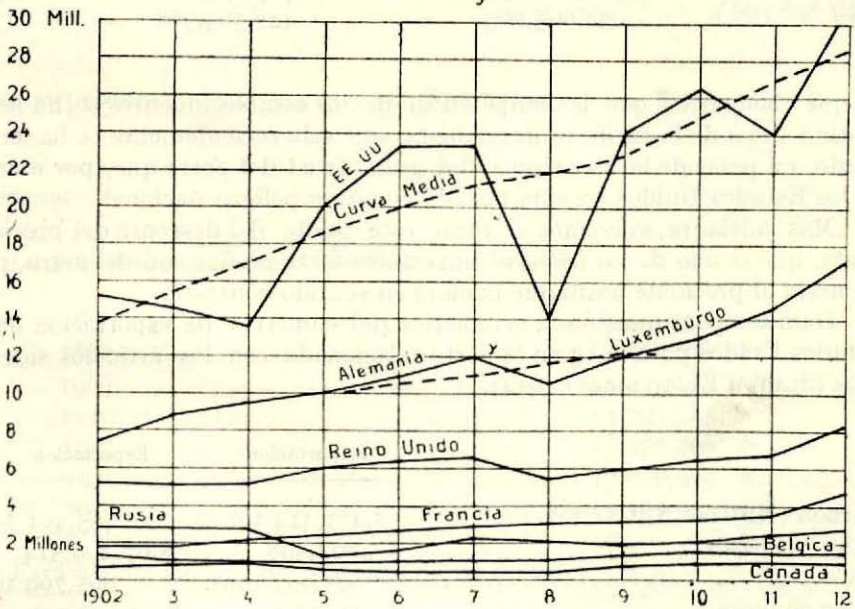


Fig. 2



i descomponiéndose los productos fabricados como sigue en ese último año: «Engineering Magazine», febrero 1914 Deg. Moss:

|   |                      |   |
|---|----------------------|---|
| Acero en lingote.....                         | 31.251,303 toneladas |   |
| Rieles.....                                   | 3.327,915            | » |
| Aceros perfilados.....                        | 2.486,487            | » |
| Planchas.....                                 | 5.875,080            | » |
| Alambres.....                                 | 2.653,553            | » |
| Otros artículos laminados.....                | 9.953,806            | » |
| Total de artículos laminados.....             | 24.656,841           | » |
| Alambre para clavos, Klbs. de 100 libras..... | 14.659,700           | » |
| Planchas (Tin Plates).....                    | 962,971              | » |

El gráfico número 2 tomado del mismo artículo anteriormente citado nos permite seguir con facilidad la comparacion del desarrollo de la produccion del acero en los Estados Unidos con la del continente europeo.

La oscilacion de los precios para el lingote en los Estados Unidos ha sido como sigue:

|           |                      |                      |          |
|-----------|----------------------|----------------------|----------|
| 1903..... | 18.297,400 toneladas | \$ 344.350,000 o sea | \$ 18.72 |
| 1906..... | 25.712,106 »         | 505,700,000 »        | 19.59    |
| 1909..... | 26.208,199 »         | 419.175,000 »        | 15.99    |
| 1912..... | 30.663,864 »         | 420.563,388 »        | 13.71    |

lo que demuestra que la competencia de los establecimientos se ha hecho sentir a pesar de la tarifa proteccionista, que solo recientemente se ha modificado, i a pesar de la existencia del gran Trust del acero que, por muchos en los Estados Unidos ha sido mirado como un peligro nacional.

Mas adelante volvemos a tocar este punto del descenso del precio de venta, que es uno de los hechos culminantes de la produccion del fierro, para oponerlo al precio de costo que camina en sentido contrario.

Damos a continuacion la estadística del comercio de esportacion de los Estados Unidos para 1913 en la parte relacionada con los artículos siderúrgicos (Stahl u E., 19 marzo 1914).

|                                  | Importacion     | Esportacion      |
|----------------------------------|-----------------|------------------|
| Carbon (Hullas i Antracita)..... | 1.437,414 tons. | 22.495,401 tons. |
| Valor en pesos..                 | \$ 3.862,508    | \$ 67.209,514    |
| Coke.....                        | 95,003 tons.    | 895,709 tons.    |
| Valor en pesos.....              | \$ 442,687      | \$ 3.002,742     |
| Minerales de hierro.....         | 2.636,343 tons. | 780,680 tons.    |
| Valor en pesos.....              | \$ 8.341,798    | \$ 2.653,448     |

|  |               |                 |
|--|---------------|-----------------|
| Lingote .....  | 158,938 tons. | 282,090 tons.   |
| Despunte, hierro viejo.....                              | 44,859 »      | 98,988 »        |
| Barras de forja (hierro).....                            | 28,696 »      | 16,882 »        |
| Barras de acero.....                                     | .....         | 215,112 »       |
| Bloques de acero en bruto o pasados<br>por bloomers..... | 27,064 »      | 93,317 »        |
| Alambres.....  | 16,356 »      | 62,671 »        |
| Rieles de acero.....                                     | 10,575 »      | 467,922 »       |
| Barras planas.....                                       | .....         | 17,088 »        |
| Planchas de hierro batido.....                           | .....         | 100,566 »       |
| Planchas de acero.....                                   | 2,977 »       | 570,113 »       |
| Latón .....  | 21,012 »      | 59,964 »        |
| Hierro para construcciones.....                          | 11,846 »      | 422,924 »       |
| Alambres de pua.....                                     | .....         | 83,367 »        |
| Otros alambres.....                                      | .....         | 109,970 »       |
| Clavos cortados.....                                     | .....         | 3,850 »         |
| Clavos para rieles.....                                  | .....         | 11,510 »        |
| Grampas para alambrados.....                             | .....         | 44,337 »        |
| Clavos varios.....                                       | .....         | 4,933 »         |
| Cañerías i uniones.....                                  | .....         | 306,631 »       |
| Tornillos, pernos i tuercas.....                         | .....         | 23,102 »        |
| Herraduras.....  | .....         | 1,267 »         |
| Radiadores para calefaccion.....                         | .....         | 8,194 »         |
|  | <hr/>         | <hr/>           |
|  | 322,323 tons. | 2.803,898 tons. |

Valor en pesos..... \$ 33.601,222      \$ 294.435,060

### Alemania

La producción de lingotes ha sido en este país:

|            |                 |
|------------|-----------------|
| 1873.....  | 2.240,575 tons. |
| 1882 ..... | 2.380,806 »     |
| 1904 ..... | 10.103,941 »    |
| 1910.....  | 14.793,325 »    |
| 1911 ..... | 15.579,299 »    |
| 1912.....  | 17.868,909 »    |
| 1913.....  | 19.309,172 »    |

Esta última cifra se descompone del modo siguiente:

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Convertidores básicos..... | 10.629,697 |
| » ácidos.....              | 155,138    |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| Hornos Siemens Martin básicos..... | 7.339,314 |
| » » » ácidos.....                  | 270,826   |
| Acero moldeado básico.....         | 253,587   |
| » » ácido.....                     | 109,329   |
| Acero de crisol.....               | 99,173    |
| » eléctrico.....                   | 101,755   |

---

18.958,819

La producción de aceros de Alemania i Luxemburgo puede estimarse en globo como sigue:

|                 |                        | Convertidor<br>ácido | C. básico          | Martin<br>básico |
|-----------------|------------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| 1880.....       | 733,000 tons.          | 92.7%                | 2.4%               | 4.9%             |
| 1890.....       | 2.232,000 »            | 15.7 »               | 66.9 »             | 17.4 »           |
| 1900.....       | 6.510,000 »            | 3.4 »                | 63.6 »             | 33 »             |
| 1909.....       | 11.742,000 »           | 1.3 »                | 64 »               | 34.7 »           |
| 1910.....       | 13.698.608 »           | ácido: 542,616       | básico: 13.155,992 |                  |
| 1911.....       | 14.879,919 »           | » 571,254            | » 14.308,665       |                  |
| 1912.....       | 17.201,998 »           | » 535,802            | » 16.666,196       |                  |
| 1913.....       | 18,935,089 »           | Convertidor {        | ácido: 155,138     |                  |
| (250 planteles) |                        |                      | básico: 10.629,697 |                  |
|                 | acero de crisol 84,553 | Martin {             | ácido 283,480      |                  |
|                 | acero eléctrico 88,881 |                      | básico 7.330,424   |                  |
|                 | acero moldeado {       |                      | ácido 109,329      |                  |
|                 |                        |                      | básico 253,587     |                  |

Estos dos cuadros manifiestan que respecto de la producción de lingote en los últimos diez años el aumento total llega a 92,7% sobrepasando el incremento de la producción Norte Americana que solo ha sido de 66.6% en el mismo periodo.

Al grupo de productores del Rhin-Westfalia corresponde un aumento de 104.7% i al grupo del Sud Oeste, Lorena, Luxemburgo y Saar 97%, siendo la participación, en el total de 19.309,172 toneladas para toda la Alemania, de 8.209,187 i 7.788,707 respectivamente.

Los precios de venta de la tonelada de lingote i de aceros en el mercado belga, que refleja el término medio de los precios de Inglaterra i Alemania, ha sido como sigue en el periodo de 1897 a 1901: (en francos)

|  | 1897   | 1898   | Mayo<br>1899 | Mayo<br>1900 | Febrero<br>1901 |
|--|--------|--------|--------------|--------------|-----------------|
| Fundición de Moldeo Luxem-<br>burgo N.º 3..... | 65     | 56     | 70           | 120          | 70              |
| Fundición de pudelar.....                      | 65     | 52     | 63           | 115          | 55              |
| » Thomas.....                                  | 67     | 65     | 75           | 130          | 80              |
| Viguetas N.º 2.....                            | 137.50 | 127.50 | 150          | 190          | 120             |
| Rieles de acero .....                          | 117.50 | 105    | 125          | 170          | 115             |

Estos precios han tenido enormes oscilaciones como ve en el período comprendido entre 1899 i 1901. Durante esos años se organizó la industria alemana, se establecieron los sindicatos de venta de carbones, aceros i productos metalúrgicos i subproductos de la rejion del Rhin i todo esto trajo como consecuencia una alza artificial de los precios. Los productos siderúrgicos solo comprenden seis sindicatos principales. El sitio del sindicato de los lingotes es Dusseldorf.

Los precios durante los últimos años han sido en Alemania:

|           | Coke        | Lingote para<br>moldes | Lingote ingles<br>núm. III | Acero Thomas<br>en bruto |
|-----------|-------------|------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 1900..... | 21-22       | Mks. 102               | 92                         | 110-135                  |
| 1901..... | 22          |                        |                            | 92-107                   |
| 1902..... | 15          | 63-65                  | 65-68                      | 90-95                    |
| 1903..... | 15          | 65-66,50               | 66                         | 90                       |
| 1904..... | 15          | 66                     | 66                         | 90                       |
| 1905..... | 15          | 66                     | 66                         | 90                       |
| 1906..... | 15-16,5     | 78-81                  | 73-76                      | 90-100                   |
| 1907..... | 16,5-17,5   | 81-85                  | 81,50-75                   | 105-110                  |
| 1908..... | 17,50       | 72-81                  | 70,50-72,50                | 100                      |
| 1909..... | 15,50       | 57-61,50               | 67-72,50                   | 95                       |
| 1910..... | 14-15,50    | 65                     | 73,50                      | 100                      |
| 1911..... | 15,50       | 66                     | 68                         | 100                      |
| 1912..... | 15,50-16,50 | 70,50-77               | 68,50-86,50                | 105                      |
| 1913..... | 16,50-17,50 | 77,50                  | 75                         | 105-95                   |

|           | Barras acero | Vigas para<br>calderos | Láminas para<br>calderas |
|-----------|--------------|------------------------|--------------------------|
| 1900..... | 170-190      | 140                    | 210                      |
| 1901..... | 100-120      | 190-120                |                          |
| 1902..... | 110          | 105                    | 115-125                  |
| 1903..... | 108          | 105                    | 120                      |
| 1904..... | 110          | 105                    | 125                      |

|           |         |     |        |
|-----------|---------|-----|--------|
| 1905..... | 108     | 105 | 128    |
| 1906..... | 122-144 | 115 | 145    |
| 1907..... | 142     | 125 | 165    |
| 1908..... | 107     | 115 | 135    |
| 1909..... | 100     | 110 | 123    |
| 1910..... | 110     | 110 | 130    |
| 1911..... | 107     | 110 | 131,50 |
| 1912..... | 115     | 110 | 140    |
| 1913..... | 120-200 | 115 | 145    |

Los actuales son: (primer trimestre 1914) Rhin: Coke de fundicion 15 a 17.

Lingote:

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Bessemer.....          | 79,50 |
| Siegerland (pudelar).. | 66    |
| Blanco (0,1% PH)...    | 69    |

Lingote:

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Moldes.....         | 70 Mk |
| Hematita.....       | 78    |
| Pudelar.....        | 66    |
| Siemens Martin..... | 69    |

Acero laminado:

|               |          |
|---------------|----------|
| Vigas.....    | 110 Mks. |
| Planchas..... | 102-105  |

Aceros laminados:

|                     |         |
|---------------------|---------|
|                     | 93-115  |
| Planchas calderas.. | 113-130 |
| » gruesas..         | 103-120 |
| Alambres.....       | 117     |

Las esportaciones de los productos siderúrgicos de la Alemania para 1913 i su comparacion con la esportacion de Gran Bretaña pueden hacerse gracias al cuadro que sigue tomado de (Stahl u Eisen 29 enero 1914):

|                      | <u>Alemania</u> | <u>Gran Bretaña</u> |
|----------------------|-----------------|---------------------|
| Lingote.....         | 856,431 tons.   | 1.142,812 tons.     |
| Fierro viejo.....    | 196,408         | 117,567             |
| Artículos semi-manf. | 700,779         | 4,935               |
| Productos laminados  | 3.801,031       | 2.942,316           |
| Varios.....          | 942,613         | 924,103             |
|                      | <hr/>           | <hr/>               |
| Maquinaria .....     | 6.497,262       | 5.131,733           |
|                      | 594,319         | 758,726             |
|                      | <hr/>           | <hr/>               |
|                      | 7,091,581       | 5.890,459           |



Interesante es también comparar el detalle de algunos productos. Los rieles fueron para las esportaciones alemanas e inglesas:

|                                 | Alemana   | Inglesa |
|---------------------------------|-----------|---------|
| 1904.....                       | 211,049   | 533,777 |
| 1909.....                       | 364,662   | 589,498 |
| 1910.....                       | 515,722   | 493,464 |
| 1913.....                       | 500,835   | 516,911 |
| Las barras i aceros perfilados. | 1.619,488 | 425,656 |
| Planchas.....                   | 644,387   | 156,997 |
| Alambres.....                   | 584,873   | 118,736 |
| Cañería lam.....                | 306,455   | 167,216 |
| Cañerías fundidas.....          | 79,962    | 239,077 |

El valor de las esportaciones ascendió en 1913 a:

|                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| Aceros.....     | 1.339,255 Mks.  |
| Maquinaria..... | 678,382         |
| Contra.....     | 1.185,849       |
| » .....         | 630,310 en 1912 |

La esportacion de hierro i acero para 1913, para Alemania, por paises ha sido la siguiente: (Stahl u E. 12 febrero 1914).

|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| Bélgica.....                | 648,000 toneladas |
| Dinamarca.....              | 171,000 »         |
| Francia.....                | 216,000 »         |
| Gran Bretaña.....           | 1.208,000 »       |
| Italia.....                 | 290,000 »         |
| Holanda.....                | 595,000 »         |
| Austria Hungría.....        | 331,000 »         |
| Rusia.....                  | 160,000 »         |
| Suiza.....                  | 333,000 »         |
| España.....                 | 61,000 »          |
| Indias Orientales Brit..... | 213,000 »         |
| China i Japon.....          | 304,000 »         |
| Brasil i Argentina.....     | 471,000 »         |
| Estados Unidos.....         | 54,000 »          |

## Inglaterra

La produccion de lingotes en este pais ha sido:

|           |            |
|-----------|------------|
| 1840..... | 1.396,000  |
| 1855..... | 3.218,000  |
| 1860..... | 3.827,000  |
| 1870..... | 5.963.000  |
| 1880..... | 7.749.000  |
| 1890..... | 7.904,000  |
| 1900..... | 9.300,000  |
| 1903..... | 8.952,000  |
| 1907..... | 10.083,000 |
| 1908..... | 9.438,000  |
| 1909..... | 9.818,916  |
| 1910..... | 10.217,000 |
| 1911..... | 10.413,400 |
| 1912..... | 9.031.350  |
| 1913..... | 10.646,838 |

La fundicion básica que era de 300,000 toneladas en 1892 pasó en 1898 a 792,000, en 1906 a 1.283,000, en 1907 a 1.418,535 siendo la produccion de acero la siguiente:

|          | Convert.<br>ácido | Convert.<br>básico | Martin ácido<br>o básico |       |
|----------|-------------------|--------------------|--------------------------|-------|
| 1880.... | 1.312,000         | 80,0%              | 0.8%                     | 19.1% |
| 1890.... | 3.635,000         | 45,1%              | 11.1%                    | 43.7% |
| 1900.... | 4.978,000         | 25,6%              | 10. %                    | 64.4% |
| 1907.... | 6.627,000         | 19,6%              | 8.9%                     | 71.5% |
| 1908.... | 5.380,000         | 17,1%              | 10.8%                    | 72. % |
| 1910.... | 6.374,481         | ácido 4.154,933    | básico 2.219,548         |       |
| 1911.... | 6.461,612         | » 4.018,985        | » 2.442,627              |       |

En la produccion del acero para 1912 correspondió:

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Al acero Bessemer ácido..... | 996,353 toneladas   |
| » » » básico.....            | 550,494 »           |
|                              | <hr/>               |
|                              | 1.546,847 toneladas |

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Al acero de horno Martin ácido..... | 3.419,419 toneladas |
| » » » » » básico.....               | 1.938,617 »         |
|                                     | <hr/>               |
|                                     | 5.358,036 toneladas |

El aumento de acero básico en horno Martin se revela por el siguiente cuadro:

|           | Acido     | Básico    | %    |
|-----------|-----------|-----------|------|
| 1905..... | 3.091,519 | 807,961   | 20.7 |
| 1906..... | 3.432,750 | 1.195,065 | 25.8 |
| 1907..... | 3.438,937 | 1.299,168 | 27.4 |
| 1908..... | 2,620,102 | 1.258,075 | 32.3 |
| 1909..... | 2,807,369 | 1.407,414 | 33.4 |
| 1910..... | 3.065,099 | 1.603,793 | 34.4 |
| 1911..... | 3.181,216 | 1.899,264 | 37.4 |
| 1912..... | 3.419,419 | 1.938,617 | 36.2 |

Como se ve, la producción inglesa dejó de estar en 1903 a la cabeza de la Europa para ceder el paso a Alemania, que desde entonces ha marchado aumentando siempre su producción con extraordinaria uniformidad.

Los precios actuales son en Inglaterra:

Middlesborough lingote moldeo N.º 1, 54./3.

» » » » 3, 51./6.

» » Puóelar » 4, 50./9.

» hematita East Coast 62.

» » West Coast 65.

Rieles de acero, £ 5.15 f. o b.

Aceros laminados 5.12,6.

Barras de acero Staffordshire ordinarias, £ 6.10.

» » » » especiales 8.10.

Planchas para buques, escocesas, £ 6.

Escuadras escocesas, £ 5.10.

A pesar de la cifra inferior de la fabricación de aceros en Inglaterra no puede olvidarse que su empleo en ciertas construcciones en las cuales ella todavía conserva el primer lugar, como ser las construcciones navales, dejan un margen especial de utilidades que suple a la falta de incremento de la producción del material en bruto.

Es así que la Inglaterra que solo construía hace 14 años, en 1900, un tonelaje bruto al año de 851,000 toneladas ha construido en 1913, 2.055,433, distribuidos en 497 vapores destinados al comercio.

Fuera de esta tiene 91 buques de guerra en construcción con 573,313 toneladas de los cuales 79 con 458,868 toneladas para la marina de guerra británica, 15 en construcción en los astilleros del Estado i 64 en astilleros particulares.

*Francia.*—Aunque la Francia no venga sino mucho mas atras que la Inglaterra, con una producción igual a la mitad, no puede negársele un lugar prominente en la fabricación de los aceros del mundo. Su escasez de combus-

tibles está ampliamente compensada por la abundancia de sus recursos en minerales de hierro i gracias a sus grandes reservas de fuerza motriz hidráulica, no cabe duda que irá incrementando de año en año su producción siderúrgica.

La producción de lingote, fierro i aceros ha sido:

|           | <u>Lingote</u> | <u>Fierro</u> | <u>Acero</u> |
|-----------|----------------|---------------|--------------|
| 1840..... | 347,700        | 237,000       | 8,200        |
| 1850..... | 405,000        | 246,000       | 11,000       |
| 1860..... | 898,000        | 532,000       | 30,000       |
| 1869..... | 1.381,000      | 904,000       | 110,000      |
| 1880..... | 1.725,000      | 966,000       | 389,000      |
| 1890..... | 1.962,000      | 825,000       | 582,000      |
| 1900..... | 2.699,000      | 745,000       | 1.624,000    |
| 1912..... | 4.871,992      | .....         | 4.078,352    |
| 1913..... | 5.122,091      | .....         | 4.419,241    |

El detalle del lingote producido en 1913 es:

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| Lingote de primera fusión..... | 148,459   |
| Fierro colado.....             | 744,820   |
| » pudelar.....                 | 548,510   |
| Lingote Bessemer.....          | 113,621   |
| » Thomas.....                  | 3.494,592 |
| » O. M.....                    | 7,123     |
| Spregel, etc.....              | 55,266    |
| Varios.....                    | 9,700     |
|                                | 5.122,091 |

El acero producido en 1913 se distribuye como sigue:

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| Convertidor Acido..... | 76,816    |
| » Básico.....          | 2.931,072 |
| Horno Martín.....      | 1.368,067 |
| Crisol.....            | 23,272    |
| Eléctrico.....         | 20,014    |
|                        | 4.419,241 |

Las esportaciones de Francia en 1912 fueron:

|  |               |
|--|---------------|
| Fierro viejo.....                                | 187,751 tons. |
| Lingote.....                                     | 225,580 »     |
| Acero en bloques i en bruto.....                 | 167,152 »     |
| Rieles.....                                      | 46,590 »      |
| Ruedas, ejes.....                                | 2,905 »       |
| Hierro i acero para maquinaria....               | 485 »         |
| Acero especial.....                              | 487 »         |
| Planchas i láminas.....                          | 10,464 »      |
| Alambre.....                                     | 8,112 »       |
| Material para construcciones.....                | 36,446 »      |
| Material para equipo de ferrocarril,<br>etc..... | 1,944 »       |
| Anclas, cadenas.....                             | 3,126 »       |
| Clavos de alambre.....                           | 3,509 »       |
| » de otra clase.....                             | 3,339 »       |
| Pernos, tornillos, remaches.....                 | 7,460 »       |
| Tubos de fierro i acero.....                     | 4,492 »       |

Haciendo una comparacion de estos cuatro paises, que son los que van a la cabeza de la produccion mundial, podemos reproducir los dos cuadros siguientes sacados de la obra del Dr. Helffrich (La prosperidad nacional de Alemania de 1888 a 1913); que dan una idea mui clara de la marcha seguida por las principales naciones en los progresos de la industria del fierro i acero.

Produccion de fierro fundido en bruto en 1,000 toneladas

| Pais                    | 1887  | 1911   | Aumento % |
|-------------------------|-------|--------|-----------|
| Estados Unidos.....     | 6,520 | 24,028 | 268,5     |
| Alemania.....           | 4,024 | 15,574 | 287       |
| Gran Bretaña e Irlanda. | 7,681 | 10,033 | 30,6      |
| Francia.....            | 1,568 | 4,411  | 181,3     |
| Rusia.....              | 612   | 3,588  | 486,3     |
| Bélgica.....            | 756   | 2,106  | 178,6     |

La Rusia sigue dando grandes pasos en el incremento de su produccion. En el año 1913 se han invertido 284.126,200 rublos en la industria siderúrgica i 120.817,750 en las fábricas de maquinarias.—(Stahl u. E, 9 abril 1914).

## PRODUCCION DE ACERO

| PAIS                        | 1886    | 1910     | Aumento % |
|-----------------------------|---------|----------|-----------|
| Estados Unidos.....         | 2,604.4 | 26,512.4 | 910.3     |
| Alemania.....               | 954.6   | 13,698.6 | 1,335.0   |
| Gran Bretaña e Irlanda..... | 2,403.2 | 6,106.8  | 154.1     |
| Francia.....                | 427.6   | 3,390.3  | 692.9     |
| Rusia.....                  | 241.8   | 2,350.0  | 871.2     |

## PRODUCCION MUNDIAL DE LINGOTE

La producción mundial puede estimarse como sigue según datos proporcionados por el secretario del Board of Trade a la Cámara de los Comunes (Enero 1914).

|           |  |
|-----------|--|
| 1908..... | 47.4 millones de toneladas (2,240 Lbrs). |
| 1909..... | 59.2 » » » » »                           |
| 1910..... | 64.4 » » » » »                           |
| 1911..... | 62.4 » » » » »                           |
| 1912..... | 71.4 » » » » »                           |

La producción por países fué durante 1912:

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Estados Unidos.....        | 29.727,000 de toneladas |
| Alemania i Luxemburgo..... | 17.582,000 » »          |
| Reino Unido.....           | 8.751,000 » »           |
| Francia.....               | 4.870,000 » »           |
| Rusia (sin Finlandia)..... | 4.119,000 » »           |
| Austria-Hungría.....       | 1.732,000 » »           |
| Bélgica.....               | 2.264,000 » »           |
| Canadá.....                | 906,000 » »             |
| Suecia.....                | 689,000 » »             |
| España.....                | no hai datos            |

En 1911, la producción de España alcanzó a 402,000 toneladas.

## PRODUCCION MUNDIAL DE ACERO

La produccion en 1912 está comprendida entre 71 i 72,000.000 de toneladas. Pasó de 55,000,000 para los tres países de mayor produccion, Estados Unidos, Alemania i Gran Bretaña.

La produccion por países es como sigue:

|                            |                         |                 |
|----------------------------|-------------------------|-----------------|
| Estados Unidos.....        | 31.251,000 de toneladas |                 |
| Alemania i Luxemburgo..... | 17.024,000 » »          |                 |
| Reino Unido.....           | 6.903,000 » »           |                 |
| Rusia.....                 | 4.416,000 » »           |                 |
| Francia.....               | 4.333,000 » »           |                 |
| Austria-Hungría.....       | 2.642,000 » »           |                 |
| Bélgica.....               | 2.475,000 » »           |                 |
| Italia.....                | 903,000 » »             |                 |
| Canadá.....                | 853,000 » »             |                 |
| Suecia.....                | 507,000 » »             |                 |
| España.....                | No hai datos            | 282,000 en 1911 |
| Bosnia i Herzegovina.....  | 38,000 » »              |                 |

La produccion mundial de minerales en 1911 i 1912, segun la estadística citada, fué en 1,000 toneladas.

|                            | 1911   | 1912   |
|----------------------------|--------|--------|
| Estados Unidos.....        | 43,877 | 55,150 |
| Alemania i Luxemburgo..... | 29,399 | 32,190 |
| Francia.....               | 16,372 | 18,744 |
| Reino Unido.....           | 15,519 | 13,790 |
| España.....                | 8,633  | ....   |
| Rusia (sin Finlandia)..... | 6,882  | 8,054  |
| Suecia.....                | 6,055  | 6,503  |
| Austria-Hungría.....       | 4,640  | 2,880  |
| Canadá.....                | 188    | 156    |
| Bélgica.....               | 148    | 165    |

Lo que da un total superior a 146.000,000 de toneladas para los países principales i agregando los menores se llega a 152.000.000 de toneladas.

Los demas países productores son:

|                           | 1911          | 1912         |
|---------------------------|---------------|--------------|
| Terranova .....           | 1,174         | 1,017        |
| Australia.....            | 124           | 118          |
| India.....                | 366           | 580          |
| Grecia .....              | 519           | no hai datos |
| Italia.....               | 374           | 573          |
| Bosnia i Herzegovina..... | 138           | 157          |
| Noruega.....              | 217           | no hai datos |
| Finlandia.....            | 10            | » » »        |
| Arjelia.....              | 1,057         | 1,206        |
| Cuba.....                 | 1,164         | 1,399        |
| China.....                | 110 (Esport.) | no hai datos |

(Continuará).

JAVIER GANDARILLAS MATTA.



## El petróleo Argentino <sup>(1)</sup>

### ASPECTOS FUNDAMENTALES

Con el título jenérico de petróleo arjentino quiero significar que estos breves apuntes se inspiran en lo que a mi juicio debe constituir la idea directriz en esta cuestion del petróleo, o sea única i esclusivamente el interes nacional.

Si bien he de referirme mui especialmente a los yacimientos petrolíferos de Comodoro Rivadavia, quiero comprender tambien a todas las fuentes probables de produccion del valioso aceite mineral, ya se trate del Chubut o del Neuquen, de Mendoza, de Jujuy o de Salta, pues todas estas rejiones, i sin duda otras que futuras investigaciones se encargarán de revelar, dotarán al pais de una riqueza de formidable dinamismo, cuya orientacion, desde el punto de vista netamente arjentino, conviene establecer desde el primer momento.

En efecto, las medidas administrativas i de lejislacion, así como las de carácter técnico i comercial, deben meditarse i tomarse ántes que los grandes intereses creados por esta industria tejan su urdimbre finísima i constituyan un obstáculo a la acertada accion oficial i a los propósitos mejor inspirados de sus hombres dirijentes, ya se radiquen en la Casa Rosada o en el Congreso de la nacion

En este rápido bosquejo omitiré, pues, muchas consideraciones secunda-

(1) Tomado de «La Nacion», de Buenos Aires,



rias para concretarme únicamente a los aspectos fundamentales de este importante asunto, que pueden, a mi juicio, compendiarse así:

- 1.º Inalienabilidad de los yacimientos.
- 2.º Criterios de legislación.
- 3.º Intensidad que debe darse a la acción oficial.
- 4.º Necesidad de concordarla i asociarla a la acción privada.
- 5.º Valor de los yacimientos.
- 6.º Criterio relativo al precio.

#### 1.º—INALIENABILIDAD DE LOS YACIMIENTOS

Los progresos considerables de la industria en su relación con el maquinismo, han puesto de relieve la importancia excepcional que tiene para el porvenir de las naciones modernas la posesión i dominio pleno de un producto como el petróleo. El encierra, ya sea en su forma primaria de combustible aplicado a la locomoción, a la creación de fuerza motriz, o por su riqueza potencial en derivados valiosísimos para la industria, como son el éter de petróleo de uso medicinal, la gasolina, nafta i bencina para motores, los aceites lampantes destinados al alumbrado, o sea el kerosene, la bakulina; i el stargeod, los aceites i grasa lubricantes para máquinas de todas clases, como son las valvolina, bakirina, odeolina, grasolina i aceite grueso natural, los aceites combustibles como la parafina, vaselina i conglomerados, sin contar los residuos aptos para la combustión, una suma incalculable de energía aplicable a la explotación de nuestras riquezas naturales i al desarrollo de la grande i pequeña industria, todo lo cual nos ha de dar en un porvenir cercano la independencia económica real i positiva a que debemos aspirar.

Pero no basta poseer esa fuente de bienestar i poderío. Es necesario sustraerla a la codicia de los extraños i ponerla a cubierto de toda forma de explotación industrial susceptible de comprometer el dominio que el gobierno debe ejercer sobre este producto destinado a servir en primer término i en todo tiempo los bien entendidos intereses nacionales. Ello implica, pues, la obligación indeclinable de mantener la propiedad de los yacimientos para el Estado, extendiendo aun hasta límites que pudieran conceptuarse exajerados la zona dentro de la cual no les sería permitido a los particulares {hacer uso de los derechos consagrados por la ley de la materia. Esta restricción inicial podrá mas tarde modificarse, pero ello sería cuando la nación pudiera contemplar los desenvolvimientos de la industria resguardada definitivamente de las asechanzas de sus enemigos naturales.

¿Cuál debiera ser esa superficie de reserva? Dificil es determinarla de antemano si se considera que los yacimientos petrolíferos de los Estados Unidos abarcaban hace ya algunos años una extensión de 3.694,000 hectáreas, en cifras redondas, correspondiendo sobre ese total 1,101,000 al estado de West Virginia, 528,000 al de Oklahoma, 415,000 al de Pensilvania, 397,000 al de Luisiana, 307,000 al de Tejas, 277,000 al de Ohio, 249,000 al de California, 165,000 al de Illinois, i superficies menores a los estados de Colorado, Indiana, Kansas, Kentucky, Nueva York i otros.

La opinion de los poderes públicos se ha manifestado de acuerdo con esta línea de conducta, porque en definitiva el Estado representa la comunidad de sus habitantes i la diversidad de sus intereses, i siempre que su decision de poner la mano sobre yacimientos no revelados todavía en la inmensa estension de los territorios nacionales se acompañe del propósito paralelo e indeclinable de favorecer por medios propios o concurrentes la mas pronta i amplía produccion de petróleo i su difusion a un precio mínimo para los usos de la industria i el comercio, nadie podria considerarse lejitimamente perjudicado, viendo todo el pais, por el contrario, que el gobierno se muestra previsor i sabio amparando una riqueza que es de todos, a fin de derivar de ella la mayor suma de progresos i de beneficios para todos.

## 2.º—CRITERIOS DE LEJISLACION

Las disposiciones tomadas por el gobierno de la nacion a raiz del descubrimiento casual de petróleo en Comodoro Rivadavia el 11 de diciembre de 1907, deben ser complementadas con una lejislacion de fondo en lo referente a la probable riqueza petrolífera de los territorios, induciendo ademas a los gobiernos de provincia a la simultánea sancion de leyes análogas para sus respectivos estados.

La esperiencia de las naciones que, como los Estados Unidos, Alemania, Rusia i Rumania, han tenido que reformar su lejislacion minera respecto de su riqueza petrolífera, i la mas reciente de Méjico, desolado por una guerra fratricida, que no es en el fondo sino la lucha de dos predominios sobre yacimientos cuya prodijiosa potencialidad deja mui atras todo cuanto el mundo habia presenciado hasta ahora en esta materia, nos señala netamente el camino de la reforma.

Nuestro código de minería, de suyo mui liberal, autoriza la formacion de agrupaciones mineras hasta de veinte unidades para la explotacion de los aceites minerales, i siendo cada unidad de seis hectáreas, a base de un rectángulo de 300 metros de longitud por 200 de latitud, la conjuncion de las veinte representa un perímetro de 6,000 metros por 4,000, o sea una superficie de 2,400 hectáreas.

Ahora bien, como el artículo 262 exige para la constitucion de un grupo minero que las pertenencias estén unidas en toda la estension de uno de sus lados, formando un solo cuerpo, sin que entre ellos quede un espacio vacante, «de modo a prestarse a una cómoda i provechosa explotacion», se viene a favorecer sin quererlo la constitucion de poderosas asociaciones i el acaparamiento legal de estensiones considerables de terreno. Basta para asegurarlo la fácil reunion de diversas agrupaciones, cuya individualizacion resulta puramente nominal. La lei rumana de 1910 ha hecho imposible este ardid, estableciendo sus concesiones de explotacion por el término de 30 años con un máximo de 30 hectáreas por cada lote. Si el concesionario toma varios lotes, está obligado a dejar entre ellos una distancia mínima de un kilómetro entre los puntos mas cercanos de sus perímetros.

Nuestro código atribuye a la explotación de las minas, a su explotación, concesión i demás actos consiguientes, el carácter de utilidad pública. Su apropiación sólo puede ser legalmente autorizada por causa de utilidad pública de un orden superior a la razón del privilegio que les confiere el mismo código.

Si tal cosa puede hacerse con una propiedad minera ya acordada a un particular o a una empresa, huelgan las razones para crear «a priori» ese privilegio en favor del Estado i a dictar leyes de previsión i amparo que sometan la explotación del petróleo; así como los derechos a la propiedad de los yacimientos, a disposiciones especiales cuya finalidad debe ser siempre el mayor beneficio posible para la comunidad.

No habrá que violentar para ello ningún principio ni forzar la interpretación de lei alguna, desde que el mismo código de minería coloca a los combustibles entre los productos de la primera categoría, «de las que el suelo es accesorio, que pertenecen exclusivamente al Estado, i que sólo pueden explotarse en virtud de concesión otorgada por autoridad competente».

Tal ha sido el criterio de algunos de los países de riqueza petrolífera antes enumerados, i cuyas medidas de legislación señalaré mui someramente.

La legislación rusa establece el arrendamiento por el gobierno en subasta pública en fracciones llamadas deciatinas. Se paga un cánón sobre la cantidad de petróleo estraida.

En las tierras que el gobierno ruso había concedido temporariamente a los siervos para la extracción del petróleo, se ha estipulado hace poco que ellos podían continuar explotándolas después del término convenido, que espiró en 1910, pero debiendo reconocer al Estado el 35 por ciento de la producción.

Las superficies concedidas en arrendamiento varían, según su naturaleza i la forma de adjudicación, entre 65 i 200 hectáreas.

El gobierno federal de los Estados Unidos ha sujetado también los arrendamientos de terrenos petrolíferos en los territorios a contratos en que interviene el Departamento del interior. En ellos se establecen las garantías pecuniarias que deben dar los arrendatarios como prenda del buen cumplimiento de sus obligaciones con el Estado. Esta fianza es de 1,500 pesos oro para las primeras 40 hectáreas, de 2,000 pesos oro para 60 hectáreas i aumenta en 200 pesos oro por cada 20 hectáreas más.

Antes de finalizar el mes siguiente al de cada extracción mensual, los arrendatarios deberán pagar un cánón equivalente al 10 por ciento del petróleo estraido, tomándose para estimarlo el promedio de las cotizaciones durante dicho mes de producción.

La falta de cumplimiento a esta cláusula por un plazo mayor de 60 días anula el contrato. El arrendatario está obligado, además, al pago de una cantidad al principio de cada año en calidad de anticipo sobre el cánón. Este anticipo es de 30 centavos oro por hectárea los dos primeros años, de 60 centavos oro en los años subsiguientes i de pesos 1.50 oro a partir del quinto año.

Rumania que ocupa hoy el cuarto lugar en la producción mundial de petróleo después de los Estados Unidos, Rusia i Méjico, ha beneficiado de la experiencia de las dos primeras naciones, dándose una legislación cuya última

reforma data de 1910, i a la cual ha incorporado principios i prácticas que constituyen una verdadera innovacion sobre lo conocido hasta entónces.

«Despues de un detenido estudio de esta importante cuestion i de las diversas soluciones propuestas—dice el gobierno en el mensaje que acompañó el proyecto de lei enviado al parlamento en 1910—examinando i comparando las ventajas i los inconvenientes de cada una en particular, el gobierno ha adoptado los principios que servirán de base para la explotacion de sus terrenos.»

La circunstancia de que sobre sus distritos explorados, uno solo, el de Prahova, da por sí solo el 90 por ciento de la produccion total del pais, movió al gobierno a dividir los terrenos que habian de servir de base a las futuras concesiones en dos grandes categorías: los conocidos i los desconocidos.

«Otro principio que fué adoptado, dice el mensaje, i en el cual se inspiran las disposiciones del proyecto de lei sometido al parlamento, es el relativo a la division del dominio petrolífero del Estado en lotes destinados a ser concedidos a diversas sociedades, para evitar de esta manera la concentracion en una sola mano de la explotacion de todos los yacimientos petrolíferos del Estado, de lo que podria resultar fatalmente el decaimiento de la explotacion, a causa de la imposibilidad de trabajar intensivamente en una vasta estension, perdiendo así el Estado los beneficios que podria obtener si la explotacion de los terrenos concedidos no alcanzara al máximum de trabajo de que seria susceptible.

«Como consecuencia de estos principios, el proyecto de lei prevé la division en lotes de los terrenos petrolíferos del Estado, destinados a ser concedidos. Cada uno de estos lotes comprende un máximum de 100 hectáreas de terrenos petrolíferos conocidos i un máximum de 1,000 hectáreas de terrenos desconocidos, con facultad por el Consejo de ministros de subdividir estos lotes en porciones mas pequeñas.

«Un tercer principio que debe guiar al Estado en la concesion de sus terrenos petrolíferos consiste en formar una reserva petrolífera importante para el porvenir. En efecto, la esperiencia de lo que sucedió en otros paises que poseen yacimientos de petróleo nos enseña que en todas partes el valor de los terrenos petrolíferos fué ascendiendo en proporciones sorprendentes e inesperadas, a medida que las explotaciones petrolíferas eran mas numerosas, mas intensivas i mas prósperas, i que siempre el Estado, como los propietarios particulares, han podido felicitarse de la circunspeccion con la cual fueron acordadas las concesiones de esta naturaleza.

«Desde este punto de vista, el proyecto de lei prevé dos medios que asegurarían al Estado en el porvenir una reserva petrolífera importante, llamada a vencer las necesidades i las dificultades que irán siempre en aumento frente a las exigencias múltiples de la lucha encarnizada para la existencia de los pueblos.

«La reserva petrolífera futura del Estado será formada de la siguiente manera para cada una de las dos categorías de sus terrenos petrolíferos.

«Al formular los cuadros de los lotes de los terrenos petrolíferos conocidos, se separará desde el principio i por una sola vez, un tercio de cada lote; que constituirá la primera parte de la reserva del Estado para el porvenir.

«Esta primera reserva será aumentada gradualmente con la mitad de los lotes de terrenos desconocidos, concedidos por el Estado despues que estos terrenos pasen a la categoría de terrenos conocidos, como consecuencia de las exploraciones hechas por los concesionarios.

«La devolucion de estas mitades se efectuará de acuerdo con las reglas previstas por la lei, por un contrato-tipo de concesion i por la reglamentacion que lo acompaña.

«Esta reserva petrolífera constituirá mas tarde un tesoro inapreciable para el Estado, porque indudablemente, como consecuencia de una sábia prevision, i gracias al desarrollo gradual de la industria petrolífera de Rumania, el valor de los terrenos petrolíferos del Estado alcanzará a una suma importante e inesperada. Diez años despues de la promulgacion de la lei, el Estado tendrá derecho de recurrir en proporciones moderadas i bien calculadas a su reserva petrolífera i bendecirá entónces la existencia de esta fuente de riqueza que la prevision patriótica i sábia del gobierno conservador supo guardar.»

Las cuestiones de detalle enunciadas en el mensaje que en parte reproduzco, se refieren principalmente a los siguientes puntos:

a) A la constitucion del capital necesario para asegurar la marcha gradual e intensiva de las explotaciones petrolíferas concedidas.

b) Al número i profundidad de los sondeos que el concesionario estará obligado a hacer en cada lote; estos sondeos serán divididos en sondeos de explotacion i en sondeos de exploracion, segun la naturaleza del terreno concedido i segun la clasificacion de conocidos i desconocidos.

c) A la parte del producto petrolífero bruto que toca al Estado, así como a la parte de la ganancia neta a la cual el Estado tendrá derecho, de conformidad con la escala proporcional establecida.

d) A las reglas segun las cuales será calculada la ganancia neta.

e) Al contralor lejítimo del Estado como participante de la produccion bruta i como consocio en la ganancia neta.

f) A la participacion del elemento rumano en los trabajos de explotacion.

g) A las sanciones destinadas a asegurar el cumplimiento de las condiciones en que sean acordadas las concesiones por el Estado.

Méjico, cuya produccion petrolífera lo ha hecho pasar rápidamente al tercer lugar entre los países productores, no puede servir de modelo para basar en sus prácticas una lejislacion conveniente a los intereses de nuestro país. Las prescripciones del código de minas que limitaban la superficie de cada concesion a 27 hectáreas, han sido violadas en forma tal, que los dos grandes grupos en lucha por la hejemonía en la explotacion de sus riquísimos yacimientos —el grupo ingles i el grupo yanqui,—son respectivamente dueños de territorios inmensos en los cuales explotan ya los pozos de mayor produccion en el mundo entero.

Lo ocurrido en aquel país debe servir, en consecuencia, para evitar peligros análogos, pues cualquiera que sea la suerte de la guerra civil que ha costado ya tanto dinero i tantas lágrimas al pueblo mejicano, el dominio industrial del petróleo está definitivamente perdido para él. Si triunfan los federales, la influencia será británica, i si la victoria correspondiera a los revolu-

cionarios, se habrá extendido aun mas el imperio industrial de la Standard Oil Company.

### 3.<sup>o</sup>—INTENSIDAD QUE DEBE DARSE A LA ACCION OFICIAL

Puede afirmarse sin temor a rectificaciones que en lo relativo a la intensidad que debe darse a la accion oficial coinciden todas las opiniones: el gobierno, la prensa, el país entero. Unos i otros anhelan ver a la República en camino de una próxima liberacion del enorme tributo que paga al extranjero por su carbon, su kerosene, su nafta i sus residuos de petróleo. Todos saben por el resultado de las perforaciones efectuadas hasta hoi en Comodoro Rivadavia i por el rendimiento de los pozos números 2, 4, 7, 8, i 14, que el país está en presencia de una riqueza real i cuantiosa cuya explotacion intensiva puede colocarlo en mui poco tiempo en la situacion envidiable de bastarse a sí mismo en el renglon siempre creciente del combustible importado.

El camino a seguir le ha sido señalado al gobierno por la direccion jeneral de explotacion en un programa de trabajos que comprende un número suficiente de perforaciones, si se mantiene el promedio de rendimiento de los primeros pozos, la construccion de depósitos, buques-estanques, instalaciones de cañerías, etc.

El programa de las perforaciones a efectuarse debe considerarse como mínimo frente al espectáculo que ofrecen todos los países productores de petróleo, en los cuales pozos abiertos cada año se cuentan por millares. La imitacion ulterior de esta práctica no implicaria ningun inconveniente para el gobierno, pues las perforaciones pueden suspenderse a algunos piés mas arriba de la napa líquida, así como por medio de cabezas de cierre que limiten la produccion.

En cambio, la certidumbre de contar con una produccion creciente que pueda llegar no tan solo a colmar las necesidades del consumo interno, sino a asegurar la expansion de sus industrias mecánicas i a formar poco a poco su clientela continental, sería una poderosa fuente de estímulo para muchas iniciativas cuya prosperidad depende en gran parte de la baratura del combustible.

La comision se ha quedado corta en mi sentir al aconsejar la construccion de depósitos de capacidad relativamente pequeña. La sola compañía Huasteca de Méjico ha construido en el espacio de dos años inmensos estanques de acero i de concreto, algunos de los cuales tienen mas de cien mil metros cúbicos de capacidad, llegando a un total de mas de dos millones de metros cúbicos en sus depósitos de Tampico, que constituyen la terminal de sus líneas de transporte i donde cuenta ya con doscientos estanques-depósitos de 7,300 toneladas métricas de capacidad cada uno.

Dada la posicion en que colocaria al gobierno la circunstancia de ser él el único gran productor de petróleo, una vez que aumente el número de pozos en actividad, considero indispensable la construccion de vastos depósitos, ademas de los indicados por la direccion, pues ellos constituirán la mas sólida garantía de aprovisionamiento para las industrias que necesiten emplear

el petróleo de Comodoro Rivadavia en su estado natural i para las refinerías, que pueden fundarse con el objeto de destilar sus componentes i ofrecerlos al mercado en sus múltiples formas i aplicaciones.

La inactividad que se reprocha al gobierno en lo referente a la explotación de los yacimientos de Comodoro Rivadavia se debe precisamente al hecho de que han transcurrido ya seis años i tres meses desde el descubrimiento de esta riqueza sin haberse adelantado gran cosa en asunto de tanta trascendencia. Ese lapso de tiempo ha bastado para poner en gran actividad la producción petrolífera de Méjico, país de potencialidad económica mui reducida, si bien es justo dejar establecida la mala orientación de los poderes públicos de aquel país en cuanto atañe al contralor eficaz del Estado en la utilización de esta gran fuerza de poder político i de expansión industrial.

Pero es evidente que un programa oficial de explotación limitado a la perforación de cincuenta i de cien mas después, con el recurso fácil de atribuir a todos ellos un promedio equivalente al obtenido en los ya perforados, resulta mezquino i falta de energías para un país como el nuestro, cuando se le pone en parangón con el esfuerzo extraordinario, esteriorizado por los gobiernos, empresas i particulares de las naciones favorecidas con esta riqueza.

Los datos de que está en posesión el Ministerio de agricultura le demuestran que los diversos estados de la Union Americana tenían hasta poco ántes de la fecha del informe de su comisión especial ciento cuarenta i ocho mil pozos perforados.

Es particularmente a partir de 1901 que la producción petrolífera norteamericana, la rusa i la rumana toman un incremento colosal, i paralelamente se acrecientan o se revelan nuevas fuentes del valioso aceite mineral de Méjico, las Indias holandesas, las islas de la Sonda, Sumatra, Java, Borneo, las Indias inglesas, Alsacia, Alemania, Italia, Japon, Canadá, Perú i finalmente la República Argentina. Algunas cifras pondrán de relieve esa acción trascendente.

Los Estados Unidos habían producido desde 1859—año inicial de la producción norteamericana con 262 toneladas de petróleo en bruto—hasta fines de 1900, la cantidad total de 131.934,753 toneladas. Frente a esa cifra aparece la correspondiente a los once años siguientes, hasta fines de 1911, con un total de 209.721,200 toneladas.

Rusia dió comienzo a la extracción de su petróleo en 1880 i había llegado a un total de 86.994,552 toneladas al finalizar el siglo. Ahora bien, en los mismos once años transcurridos hasta fines de 1911 su producción alcanzó a 100.845,720 toneladas.

Rumania no figuraba sino con 2.998,207 toneladas en el primer período i ha producido en los mismos once años 12.339,970 toneladas.

La industria del petróleo nace en las Indias holandesas en 1893 i figura hasta 1900 inclusive, con un total de toneladas 1.925,100. Ahora bien, en el período de once años referido ha producido 12.535,809 toneladas.

Rumania empezó su producción dos años ántes que Estados Unidos, pero ella se desenvolvió tímidamente en la segunda mitad del siglo pasado, no llegando en el espacio de cuarenta i tres años sino a 1.741,000 toneladas,

miéntras que, desde 1901 hasta el 31 de diciembre de 1911, estrajo de sus yacimientos 9.347,000 toneladas.

La misma proporción guardan dentro de sus respectivas producciones los demás países enumerados, destacándose entre todos ellos Méjico, que figuraba hasta hace poco en el rubro «Otros países» i que ocupa actualmente, como se ha dicho ántes, el cuarto rango entre los países productores.

En cuanto a los pozos abiertos en las distintas zonas petrolíferas, su número corresponde a la importancia de estas cifras.

La rejión de los Apalaches, que comprende la producción de los Estados de Nueva York, Pensilvania, el oeste de Virginia, el sudoeste de Ohío, el Kentucky i el Tennessee, tuvo un descenso en los siete años trascurridos de 1882 a 1889, pero repuntó en seguida para mantenerse en una cifra anual que jira al rededor de 74.000,000 de toneladas. De los 1,968 pozos abiertos en 1892, 462 resultaron improductivos. En 1904 se hicieron 8,589 perforaciones, de las que fueron improductivas 2,383.

La rejión de Lima-Indiana comprende este último Estado i una porción del de Ohío. Para una parte de esta rejión conocida con el nombre de Lima-Ohío, el número de pozos abiertos fué de 1,574 en 1891 i de 3,131 en 1904. En cambio, la proporción de pozos improductivos bajó de 250 a 223, no obstante haberse doblado su número. El Estado de Indiana se incorporó a la producción en 1885, no pudiendo atribuirse importancia alguna en sus comienzos en 1871 con 65 pozos i una producción insignificante. Su número alcanzó a 3,776 en 1904, no habiendo en este total sino 15 pozos improductivos.

Igual actividad acusan la rejión del Mid-Continent, la del Gulf—así llamada por su vecindad al golfo de Méjico—i la de California, debiendo señalarse respecto de esta última un extraordinario movimiento ascensional, pues de 162,000 toneladas en 1900, su producción ha llegado en 1911 al guarismo mae alto entre todos los Estados con toneladas 10.716,000.

Hai en estas referencias una importante enseñanza que desprender, pues a pesar de la progresión asombrosa de sus guarismos, el consumo interno de cada país productor va exigiendo cantidades cada vez mayores. La exportación de petróleo de Estados Unidos fué en 1910 de 3.452,296 toneladas sobre una producción de 27 millones de toneladas. Teniendo en cuenta que la exportación de 1908 i 1909 fué superior a 3.600,000 toneladas, sobre un total de 23 i 24 millones de toneladas respectivamente a que alcanzó la producción, se nota el creciente consumo de aquel país i la posibilidad de ver disminuir paulatinamente la cifra de su exportación de petróleo, como ha ocurrido con otros renglones de su variada producción.

La poderosa organización financiera de los diversos grupos que actúan en este campo caracterizado por un gran espíritu especulativo i la inversión i jiro de numerosos capitales, han determinado una movilidad perjudicial en los precios a que se cotiza el aceite crudo, como lo haremos resaltar al tratar especialmente este punto.

Como quiera que el asunto se considere i sea cual fuere el criterio de explotación; surge claramente de las cifras espuestas la necesidad imperiosa de abordarlo sin demora i con toda la amplitud debida.



## 4.º—NECESIDAD DE CONCORDAR LA ACCION OFICIAL CON LA PRIVADA

Las únicas naciones que hasta hoy hayan establecido el monopolio del petróleo son Grecia i Servia, naciones sin produccion propia i qué solo han tenido en vista un propósito fiscal.

La intervencion legislativa en Rumania, independientemente de las disposiciones que he detallado ántes, ha tenido por objeto asegurar la vida de las diversas refinerías de petróleo a fin de evitar su ruina por la absorcion de las mas poderosas. El consumo interno se distribuye proporcionalmente a la capacidad productora de cada fábrica.

El gobierno alemán se ha preocupado en los últimos tres años de evitar al país el peligro que aparejaba la cesacion de las hostilidades entre la Standard Oil i las organizaciones austriacas, cuya lucha habia mantenido los precios del aceite crudo i sus derivados en condiciones favorables al desarrollo de las industrias. El aumento de los precios por las sociedades de produccion i venta subordinadas a la influencia de la Standard Oil, se consideró un peligro para el país, i el Reichstag votó en 1911 una mocion invitando a los gobiernos confederados a promover encuestas i estudios respecto al posible monopolio del comercio alemán de petróleo.

Se vió desde luego que la Alemania podria colmar las necesidades de su propia industria sin depender de la Standard Oil, por virtud de las negociaciones estrañas a esta poderosa organizacion iniciada con productores de Rusia, Rumania, Galitzia i hasta de los mismos Estados Unidos.

La accion del gobierno imperial al hablar del monopolio se limitaria tan solo a una reglamentacion de los precios en el mercado interno, haciendo concurrir a tan sano propósito a todos los productores (del país i a los mismos del extranjero. El manejo de todo debia ser confiado a una sociedad financiera sometida al contralor de un comisario del Imperio. Las desinteligencias entre la Deutsche Bank i la Disconto Gesellschaft habian imposibilitado hasta ahora la implantacion de este nuevo rélimen manteniendo la elevacion de los precios con beneficio esclusivo de los vinculados a la produccion i al comercio del petróleo, pero las últimas noticias trasmitidas por via telegráfica presentan como resueltas todas las dificultades.

Dada la situacion actual de la industria en nuestro país, i la circunstancia feliz de no existir todavía un órden de intereses creados que ponga obstáculos a soluciones prácticas i convenientes, conceptuo muy posible i favorable una vinculacion de intereses entre una sociedad abonada por su competencia, seriedad i poder financiero, i el gobierno de la nacion, a fin de asegurar los dos objetivos primordiales en asunto de tan capital importancia para la economia nacional.

1.º Regularidad de una produccion abundante i progresiva, de acuerdo con el creciente consumo i la expansion industrial;

2.º Precio suficientemente remunerador para la produccion i que constituya a la vez una fuente de estímulo para las actividades del país i la creacion de nuevas industrias basadas en la baratura del combustible i en la normalidad de su aprovisionamiento.

Para ello será indispensable que la lei arme el gobierno con el derecho de establecer una tarifa aduanera movable que regule la importacion del petróleo i sus derivados, sin lo cual la formidable organizacion de la Standard Oil i el consorcio de los intereses europeos vinculados a esta industria orijinaran la ruina inevitable de la sociedad, ofreciendo el artículo a un precio inferior a su costo de produccion para elevarlo despues a alturas que les resarzan ámpliamente los momentáneos sacrificios impuestos por la lucha.

Si la historia se repite en sus grandes hechos, puede decirse con verdad que ningun teatro ha sido mas propicio a esta aseveracion que aquel en que se han ventilado los intereses relacionados con el petróleo desde hace 50 años. Muchas han sido las sociedades constituidas con fuertes capitales para explotar esta industria en Austria, en Alemania, en Holanda i en Inglaterra i la guerra tremenda que les llevó en sus mismas posiciones la compañía norteamericana causó su aniquilamiento o su entrega incondicional a su prepotente adversario.

No ha habido medio de que no haya echado mano la Standard Oil para ejercer un verdadero monopolio sobre las refinerías de petróleo i los medios de transporte, de modo a ejercer su voluntad omnímota sobre los productores de la materia prima, haciendo imposible la vida a sus adversarios dentro del propio pais i aplastando a los de afuera con el envilecimiento de los precios provocados por ella fuera de Estados Unidos, en tanto los aumentaba paralelamente en el propio pais por virtud de su dominio absoluto del mercado.

Así se explica que sobre la ruina de los unos i el agotamiento de los otros haya llegado a poseer directamente o por empresas afiliadas un porcentaje en los capitales representados por la industria i el comercio del petróleo en el mundo que supera actualmente la cantidad de 100,000,000 de dólares. Entre las muchas pertenecientes al primer grupo figuran las que enumero a continuacion, espresando el porcentaje de acciones o de vinculacion de la Standard Oil.

National Transit Co. Su capital es de 25.000,000 de dólares, teniendo la Standard Oil 99.9 %.

Bukeye Pipe Line Co. 10.000,000 de dólares que pertenecen en su totalidad a la Standard Oil.

Ohio Oil Co. 10.000,000 de dólares; el 99.9 % es de la Standard Oil.

Southern Pipe Line Co. 10.000,000 de dólares, en su totalidad de la Standard Oil.

Standard Oil Co. de California. Su capital de 10.000,000 de dólares pertenece a la Standard Oil en la proporcion de 99.9 %.

Standard Oil Co. de Nueva York. Su capital de 15.000,000 de dólares pertenece esclusivamente a la compañía monopolizadora.

En la Sociedad Galena, Signal Oil, cuyo capital en acciones preferidas es de 8.000,000 de dólares, la Standard Oil tiene el contralor absoluto con 74.4 % de las acciones.

La Atlantic Refining Co. con 5.000,000 de dólares, de capital, le pertenece por entero.

La Deutsch Amerika Petroleum tiene 5.250,000 dólares de capital, sobre el cual la Standard Oil posee 99.9 %.

La Eureka Pipe-Line i la New York Transit Co. con 5.000,000 de dólares cada una, la Northene Pipe-Line con 3.500,000, la Vacuum Oil Co. 2.500,000, son en su total de 100 por 100 de propiedad de la Standard Oil Co.

La Standard Oil Co. de Ohio i la Union Tank Line Co. con 3.500,000 dólares cada una, pertenece a la Standard Oil en la proporcion de 99.9 por ciento de sus respectivos capitales.

Vienen en segundo término las cincuenta i cuatro sociedades cuyo capital pertenece a empresas afiliadas a la Standard Oil en su totalidad o en proporciones que aseguran, salvo raras escepciones, el contralor de la poderosa compañía de Nueva Jersey. La escepcion principal se refiere a la Tidewater Oil Co. con 20.000,000 de dólares de capital, sobre él cual sólo posee el 31.1 por ciento. Las cinco o seis restantes se relacionan con sociedades de mui pequeña importancia.

Se ve, pues, que la Standard Oil de New Jersey, cuyo capital declarado es de dólares 98.338,300, ejerce un verdadero imperio industrial contra cuyo apetito insaciable de ganancias i de hejemonía mundial solo puede ser eficaz la accion de un gobierno al cual la lejislacion asegure el poder de tutelar los intereses fundamentales del propio pais i los capitales que se arriesguen en este campo poblado de enemigos invisibles.

La forma de vinculacion entre el gobierno i el capital de empresa debiera establecerse solamente para los yacimientos de Comodoro Rivadavia, por cuanto una vez que la mencionada lejislacion de amparo se haya dictado i el pais llene en parte principal sus propias necesidades con el petróleo nacional, convendrá dejar el campo libre a la accion privada dentro de un réjimen de contralor tendiente a impedir el juego de la especulacion i el aumento exagerado de los precios.

### 5.º—EL CRITERIO DEL PRECIO

Las opiniones que se han atribuido en un momento dado al poder ejecutivo respecto al precio de venta del petróleo bruto, como sujeridas por la comision de exploracion, entrañarian a mi juicio un error fundamental cuyas consecuencias serian perjudiciales para el desenvolvimiento de las industrias del pais.

Manteniendo el gobierno la propiedad de los yacimientos, su criterio debiera ser absolutamente liberal en cuanto al precio de la materia prima. Sus utilidades como productor de la misma podrán reducirse en apariencia, pero se acrecentarán en proporcion jeométrica las fuentes de la riqueza pública i privada, traduciéndose para el fisco en beneficios indirectos, cada dia mayores.

Hai, desde luego, a mi juicio, manifiesta conveniencia en establecer un precio del petróleo bruto «al pié de los sondeos», como se hace invariablemente en todos los paises de análoga produccion. Como el caso de Comodoro Rivadavia las condiciones para los embarques son todavía tan deficientes que harán difícil por mucho tiempo el empleo de otros elementos de carga i transporte que los de propiedad fiscal, al precio del aceite crudo «al pié de los

sondeos» se agregarán los gastos de bombeo hasta el muelle de atraque de los buques-estancos, los de carga i de transporte.

Para determinar ese precio en el lugar de los yacimientos será necesario no solamente tener en cuenta los antecedentes de otros países, sino también la posición que le conviene al país tomar frente a la producción extranjera, cuyas armas de combate han sido en todo tiempo la baja ruinoso de los precios a fin de aniquilar al adversario i dominar luego el mercado de venta. Sus perniciosos efectos solo podrán evitarse por la unión indisoluble de estos dos factores: el bajo precio de la materia prima i una tarifa de aduana con un derecho a la importación del petróleo bruto que implique, mas que una protección, un medio eficaz i legítimo de propia defensa.

Al decir un precio oficial francamente bajo, no descarto en absoluto el interés material i directo del gobierno en la venta del producto. Las cifras comparativas que espondré mas adelante demostrarán el margen real de beneficios que aun le quedaria al gobierno si los yacimientos son, como parece, de regular abundancia.

Ese precio no debe exceder, a mi juicio, «diez pesos moneda nacional» por tonelada de petróleo bruto, tomada al pié de los sondeos. El precio de la misma tonelada puesta en la dársena de Buenos Aires i en otros puertos del país no debiera exceder de 20 pesos m/n, si bien pudiera admitirse un aumento temporario en la hora actual por razon de las dificultades del embarque en Comodoro Rivadavia i la escasez de los elementos con cuenta el gobierno.

Estos dos precios, «\$ 10 en los yacimientos i 20 en los puertos de destino», constituirian un gran estímulo para las industrias del país i para muchas iniciativas cuya base esencial es la baratura del combustible i para las cuales la estabilidad en el valor de la materia prima tiene una importancia decisiva. Puede decirse que ella importa para la industria tanto como la firmeza en el valor de la moneda para el desenvolvimiento de la producción i la sólida prosperidad de las naciones.

El valor de la cantidad total de petróleo extraída de los yacimientos de los Estados Unidos en 1905 fué calculado para toneladas 18.969,000 en 84.000,000 de dólares. El promedio fué, en consecuencia, 4 dólares con 40 centavos por tonelada de petróleo bruto en los lugares de producción, o sea exactamente 10 pesos m/n.

No haré mención de los precios que señalaron en 1901, 1902 i 1903 el período álgido de la lucha entre la Standard Oil i los productos rusos de la región de Baku, sino para poner de relieve sus funestas consecuencias. En el primero de esos años el petróleo bruto se cotizaba durante el mes de enero a \$ 3.75 oro por tonelada i en diciembre solo valia \$ 1.95 oro. El petróleo refinado bajó ese año de \$ 6.56 oro la tonelada en enero, a \$ 1.97 oro en diciembre, dándose la estremada i ruinoso situación para las refinerías rusas de que su producto se cotizara al mismo vil precio de aceite crudo. El hecho tiene su explicación en las exigencias de la ley de aquel país, que obliga a la eliminación previa de los elementos volátiles del petróleo bruto ántes de consentirse su empleo como combustible. Sobre los gastos inevitables de la refinación venian luego los quebrantos impuestos por el formidable adversario yanqui, que ofrecia el producto similar a precios inverosímiles por lo bajos, pero cuya

compensacion estaba para él en la sobreelevacion de los mismos en el mercado interno de los Estados Unidos.

Los precios del petróleo bruto en 1902 se mantuvieron entre \$ 1.50 oro la tonelada en enero a \$ 2.34 oro en diciembre. El mayor precio durante el año correspondió al mes de octubre con \$ 2.61 oro la tonelada.

Viniendo a una época mas próxima, tenemos las cotizaciones por tonelada de petróleo bruto, «al pié de los sondeos», en las Bolsas de Nueva York, de Baku, de Austria i de Rumania.

El promedio de la produccion norteamericana de ese año para el aceite bruto de Iowa, Pensilvania, Kansas, Ohio, Indiana, Somerset, Illinois i California, jiró alrededor de 4 1/2 dólares la tonelada. Alguno de esos petróleos no alcanzaron en su cotizacion a 3 dólares, pues el barril de 149 litros se vendia en Indian Territory a 35 centésimos oro, en Kansas a 32 i en California a 25.

Produccion creciente de Méjico, que de 133,355 toneladas métricas en 1907 pasó al tercer rango en 1911 con 1.873,552 toneladas métricas, ha señalado para su petróleo bruto precios aun mas bajos que el indicado para el producto argentino, tomado al pié de los sondeos. El petróleo mejicano correspondiente al período espresado se vendia en el mercado a \$ 1 mejicano o sea, 50 centavos oro el barril. Entrando, como entran, en la tonelada métrica 7 1/2 barriles, ese precio corresponde a \$ 8.52 m/n argentina.

El cuadro que figura como apéndice al informe de la comision del petróleo, presentado al Ministerio de agricultura en abril de 1913, cuyos datos sobre produccion i valor del petróleo, pozos i superficies en los Estados Unidos, se refieren al año 1910, i no a 1900, como equivocadamente aparece en el impreso, estima el valor de la venta en barriles, con el consiguiente aumento por envase i transporte, para una cantidad de 198.026,646 barriles de 168 litros, en la cantidad total de 118.955,429 dólares.

Prescindiendo, pues, del alza ocasional de los precios en el mercado mundial orijinada invariablemente por acuerdos momentáneos entre las influencias rivales que han llegado a monopolizarlo todo, zonas de produccion i elementos de transporte, refinerías i mercados de venta, debido a la hábil organizacion de la Sociedad Distribuidora, tenemos como base de apreciacion la experiencia de los mismos paises productores i el criterio en que se han inspirado tanto la lejlislacion como los intereses vinculados a esta importante industria.

Ha llegado para la República la hora de tomar rumbos definidos en una cuestion que tan estrechamente se liga a los mayores progresos de un futuro cercano i a su propia personalidad de nacion preponderante en el continente sud-americano i de entidad progresiva en el mundo.

PEDRO O. LURO.



## La industria del yodo en Chile

**PRODUCCION.**—Nuestro país es el mayor productor de yodo del mundo, pudiendo fácilmente desarrollar su actual poder productor si las necesidades del mercado mundial así lo exijiesen. El cuadro adjunto demuestra la producción del yodo desde 1879 a 1913:

### *Producción de yodo de 1879 a 1913*

| Años                                  | Kilógramos |
|---------------------------------------|------------|
| 1879 a 1902 (271.633 Kg anuales)..... | 6,117.237  |
| 1903.....                             | 387.275    |
| 1904.....                             | 461.484    |
| 1905.....                             | 564.230    |
| 1906.....                             | 351.220    |
| 1907.....                             | 289.826    |
| 1908.....                             | 330.090    |
| 1909.....                             | 474.200    |
| 1910.....                             | 581.432    |
| 1911.....                             | 437.488    |
| 1912.....                             | 458.342    |
| 1913.....                             | 436.971    |

Siendo el yodo un producto de consumo limitado, los productores de yodo de todo el mundo han firmado un convenio para regularizar la producción; los productores chilenos han formado desde 1886 la llamada *Combinación del yodo*, comprometiéndose a consignar toda su producción a la firma A. Gibbs, de Lóndres. Esta firma regula, por lo tanto, la producción del país, indicando la cantidad que debe esportarse; mediante disposiciones especiales cada productor obtiene así una participación en esa esportación. La misma firma A. Gibbs, mediante convenios con la casa Leisler Bock y Cía., Glasgow, regula la producción del yodo en Europa i en el Japon.

Sucede con este sistema que no todos los productores producen su yodo, sino que venden su participación a otros productores que pueden elaborarlo a precios mas ventajosos i que productores que deberian poseer varias fábricas, poseen sólo una i en ella elaboran la participación de todo lo que les corresponde.

Mediante la *Combinación del yodo* se ha logrado mantener los precios del yodo sobre una cifra que produce considerables beneficios, no sólo a productores chilenos sino aun a los europeos i japoneses; así los precios medios del kilógramo de yodo han sido, en oro chileno, los siguientes:

## Precio medio del kilogramo de yodo

| Años      | Pesos<br>oro chileno (1) |
|-----------|--------------------------|
| 1899..... | 13,41                    |
| 1901..... | 12,12                    |
| 1906..... | 12,50                    |
| 1907..... | 14,50                    |
| 1908..... | 10,09                    |
| 1912..... | 10,71                    |
| 1913..... | 13,41                    |

ESTADO NATURAL.—Todo el yodo que se esporta de Chile, proviene de las aguas madres o viejas de la cristalización del nitrato de sodio. El yodo se encuentra en los depósitos salitrales chilenos, situados en la rejion norte del país entre los paralelos 19 i 26 de latitud sur, acompañando al nitrato de sodio natural.

El yodo existe en dos de las capas jeológicas de la formación típica salitrera chilena, llamadas *costra* i *caliche*. Como se sabe, ámbas capas están formadas principalmente por sales de sodio, nitrato, cloruro i sulfato (fig. I), mezcladas en diversas proporciones a sustancias insolubles, arcilla, trozos de piedra, etc. Ha sido Lambert (2) quien primero señaló en 1843 la existencia del yodo en los minerales de nitrato de sodio; mas tarde Jacquelain (3), 1855, confirmó lo asegurado por Lambert encontrando que el yodo se presentaba en dichos minerales en forma de yoduro i yodato de sodio; Guzard, 1874, lo encuentra en forma de yoduro, yodato, peryodato de sodio i yodato de potasio (4), mientras que Gruneberg (5) afirma que se encuentra en forma de yoduro doble de sodio i magnesio. +

Posteriormente, 1891, el doctor A. Dietze (6), químico de la Compañía Salitrera Lautaro, dió a conocer dos compuestos del yodo encontrados en las pampas de Taltal, la Lautarita,  $\text{Ca}(\text{IO})_3$  i la Dietzeita, cromoyodato de calcio de fórmula,  $7\text{Ca}(\text{IO})_2 + 8\text{CaCrO}$ .

A pesar de lo asegurado por algunos de los investigadores mas arriba citados, no parece existir en la costra, ni en el caliche yodo en forma de yoduro; los yoduros se encuentran sólo en las aguas viejas o madres que provienen de la cristalización del nitrato de sodio, o en el nitrato de sodio cristalizado; en ámbos casos su formación es secundaria, se han producido durante el tratamiento del caliche en los estanques de lexiviación.

El yodo se presenta, pues, en el caliche en forma de yodato de sodio i sobre todo en forma de yodato i cromoyodato de calcio, raras veces en forma

(1) Un peso oro chileno = 18 peniques—1,89 francos.

(2) A. JOLY, *Encycl. de Frémy*, II, 630.

(3) *Bull. Soc. Chim.*, 54, 652, 1855.

(4) *Bull. Soc. Chim.*, 22, 60, 1874.

(5) A. JOLY, *Encycl. de Frémy*, II, 631.

(6) *Zeitsch. für Kryst.*, 19, 444, 1891.

de yodo libre. Los caliches puros son jeneralmente pobres en yodo, mientras que los bancos de cloruros i sulfatos que cortan las capas de caliche son relativamente ricos; un caliche de color amarillo, llamado azufrado o azafranado, que contiene mucho cromoyodato, es el rico en yodo.

Las leyes de yodo de la costra i caliche son mui variables, de 0,05 a 0,1 por ciento son los mas comunes, 0,2 por ciento es considerada como superior i por escepcion se llega a 0,5 por ciento.

**ESTRACCION DEL YODO.**—En 1852 el doctor Francisco Puelma i Enrique Jecquier iniciaron los primeros ensayos para estraer el yodo de las aguas madres; debido al poco consumo del yodo i al imperfecto método usado, la estraccion fué paralizada ese mismo año.

En 1855, Jacquelin (1), al estudiar las primeras muestras de caliche, propuso un procedimiento para la estraccion del yodo, eliminando el yodo que se encontraba en forma de yodato por el anhídrido sulfuroso i el yodo de los yoduros por el cloro. A un volúmen determinado de aguas madres prove-

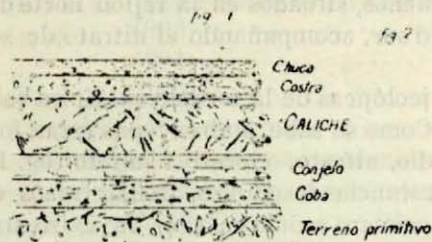


Fig. 1

Fig. 2 HORNO FABRICACION SAL NATRON

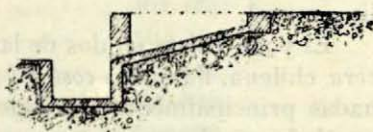


Fig. 2

nientes de la cristalización del nitrato, se agregaba una disolución de ácido sulfuroso, hasta que el  $I_2$  se depositaba, se la filtraba i se sometía despues a la acción de una corriente de cloro, se precipitaba una nueva cantidad de yodo que se recojía.

En 1868 la Société Nitrière de Tarapacá esportó el primer yodo estraido (2) de las aguas madres del nitrato i preparando por el procedimiento Thiercelin. Este procedimiento consistía en tratar las aguas viejas con una mezcla de ácido sulfuroso i sulfito ácido de sodio. Thiercelin hizo tambien ensayos para implantar otro procedimiento (3) que consistía en usar los gases nitrosos; estos gases se obtienen inflamando la mezcla de nitrato de sodio i carbon i una poderosa corriente de aire arrastraba los gases nitrosos, los que se hacían actuar sobre las aguas viejas.

En 1873, J. Langhein introdujo un sistema para transformar el yodo en yoduro de cobre; este sistema estuvo varios años en uso i ha sido descrito por Lowe i Weissflog (4) i por M. A. Prieto (5), quien lo vió en trabajo en la compañía de Salitres de Antofagasta, a fin de reducir completamente todos los

(1) A. JOLY, *Encycl. de Frémy*, II, páginas 630.

(2) WAGNER, *Jahresberichi d. chem. Technologie*, 221, 1869.

(3) *Bull. Soc. Chim.*, II, 186, 1869.

(4) LOWE i WEISSFLOG, *Polyt J. Dingler*, 243-48, 1882.

(5) M. A. PRIETO, *Anales de la Universidad de Chile*, 1887.



yodatos a yoduros i aprovechar la ventaja de la mayor solubilidad de éstos sobre aquéllos, la reduccion no se efectuaba sobre las aguas viejas sino sobre los caldos de disolucion; a los estanques de lexiviacion o cachuchos se agregaba sulfuro de calcio, que en contacto con el agua producía  $H_2S$ , cuerpo que reducía los yodatos a yoduros; la reduccion se concluía tratando las aguas viejas con sulfato ferroso i con sulfito ácido de sodio. Las aguas madres se concentraban hasta una produccion conveniente i se formaba el yoduro de cobre por doble descomposicion con el sulfato de cobre; el yoduro formado se recojía por filtracion; se lavaba i se secaba. En 1874 se esportaron hasta 50,000 kilogramos de yoduro de cobre.

En 1880 se ensayó sin éxito el procedimiento electrolítico Parker-Robinson (1), que consiste en electrolizar los yoduros alcalinos en presencia de un exceso de ácido sulfúrico. Se empezaba, pues, reduciendo los yodatos a yoduros; el yoduro es introducido en el compartimiento anódico, separado del catódico por un diafragma poroso; el anodo es de platino o carbon; en el compartimiento catódico se agrega una disolucion alcalina; el catodo es de carbon; el yodo se deposita en el anodo, se le recoje por decantacion.

En 1881 el señor Julio Scheffer patentó (2) un procedimiento de su invencion i los aparatos correspondientes para estraer el yodo; el procedimiento consiste en aplicar el cloro a los gases nitrosos sobre las aguas viejas calientes. Las aguas viejas atraviesan una torre construida de material inatacable i provista de material de relleno, coke, sílice, etc.; los gases entran por la parte inferior de la torre. El yodo arrastrado por el líquido se separa en un estanque decantador.

Ese mismo año Lowe i Weissflog (3) patentaron un método para estraer el yodo, tratando el agua vieja por su cantidad correspondiente de sulfato de aluminio; el yodo en forma de yoduro se precipita inmediatamente, los yodatos se trasforman en yoduros por la accion de reductores; sulfuros, polisulfuros i sulfitos alcalinos; cuando se usan sulfitos o hiposulfitos se precipita alúmina, obteniéndose yodo impuro, que es necesario purificar por sublimacion. Los mismos autores, en dos patentes posteriores (4), modificaron el sistema que habian propuesto; a fin de aprovechar la mayor solubilidad de los yoduros, reducen durante la elaboracion del caliche los yodatos, valiéndose del sulfuro de calcio, del sulfhidrato de sodio, etc. La precipitacion de yodo se hacia en forma de yoduro de cobre por medio del  $Cu_2Cl$ . El procedimiento espuesto es especialmente recomendable cuando los caliches tienen sales solubles de magnesio, que el  $H_2S$  desprendido precipita en forma  $Mg(O_2H)$ ; estas sales de magnesio impiden que el nitrato de sodio preparado se seque completamente. Los procedimientos de Lowe i Weissflog fueron utilizados durante algunos años por la Compañía de Salitres de Antofagasta i abandonados por dar un costo demasiado elevado.

(1) PARKER-ROBINSON *Electrician*, 23, 344, i *LUOKOW. Z. Anal. Chem.*, 1, 1880.

(2) Patente chilena número 503, agosto 22 de 1881, Julio Scheffer.

(3) Patente chilena número 506, noviembre de 1881, Luis Lowe-Hugo Weissflog. Patente chilena número 600, enero 9 de 1885, Luis Lowe-Hugo Weissflog.

(4) Lowe i Weissflog. *Polyt. i J. Dingler*, 243-48, 1882.

Las patentes de los doctores Francisco Puelma, Francisco Puelma Tupper i Pedro Gamboni (1) dieron al procedimiento de estraccion del yodo la forma que hoy tiene, modificando el modo de operar i los aparatos anteriormente utilizados. La patente número 520 fué utilizada por la Compañía de Salitres de Antofagasta, para reemplazar al procedimiento Lowe i Weissflog, que hasta esta época habia usado. La patente Gamboni fué adquirida por la casa Gibbs i los salitreros de Tarapacá. He averiguado que las pequeñas modificaciones de detalle que patentó Gamboni, lo fueron despues de conocer perfectamente el procedimiento Puelma, ya instalado en Antofagasta i que la Compañía de Salitres mantenía rigurosamente secreto (2).

El doctor Carlos Gilbert patentó en 1885 el procedimiento siguiente (3) para estraer el yodo de las aguas madres del salitre. Efectúa la reduccion de los yodatos a yoduros, valiéndose del bisulfito de sodio, ajitando fuertemente la mezcla de los líquidos, mediante el aire comprimido; una vez precipitado el yodo, agrega sulfuro de carbono, ajitando de nuevo el líquido por medio de una serie de paletas; las disoluciones se decantan i destilan a 50 grados la disolucion de yodo en sulfuro de carbono, recuperando así casi todo el sulfuro.

En 1886 A. Hermann transformó (4) el procedimiento de Thiercelin por medio de los gases nitrosos; el nitrato de sodio se descomponen en retortas de hierro herméticas por la sílice o arcilla; los gases que se desprenden de la reaccion actúan como reductores de las aguas viejas.

Las últimas patentes concedidas sobre yodo pertenecen al año 1900. El señor Elías M. Benítez (5) patentó la estraccion de yodoformo i del yoduro de potasio, de las aguas viejas del salitre, cuando en realidad usa los procedimientos ya descritos para obtener de las aguas viejas el yoduro de cobre i trasforma despues el yoduro de potasio i éste a su vez en yodoformo; ámbas transformaciones las hace por procedimientos muy usados en la industria química. El señor Alfredo Puelma Tupper patentó tres diferentes procedimientos para estraer el yodo, en los cuales solo se encuentran modificaciones a los procedimientos anteriormente descritos (6): consiste el primero en reducir por el bisulfito de sodio solo los 5/6 del agua vieja, agregando despues el 1/6 restante a fin de obtener la precipitacion completa; el autor estima que en la práctica son éstas las proporciones mas eficaces; en su segundo procedimiento propone reducir los yodatos por los gases nitrosos fabricados, quemando salitre con carbon en una corriente de aire, la reduccion seria mas eficaz usando el  $\text{NO}_2$  líquido estraído de los gases anteriores; el tercer procedimiento consiste en reducir en los 5/6 de volúmen de las aguas viejas el yodato, por el

(1) Patente chilena número 520, mayo 6 de 1882, Francisco Puelma i Francisco Puelma Tupper. Patente chilena número 537, febrero 28 de 1883, Pedro Gamboni.

(2) La legislación chilena de privilejios exclusivos, permite mantener el secreto de los procedimientos.

(3) Patente chilena número 607, julio 7 de 1885, doctor Carlos Gibbert.

(4) Patente chilena número 618, febrero 8 de 1886, A. Hermann.

(5) Patente chilena número 62, marzo 12 de 1900, Elías M. Benítez.

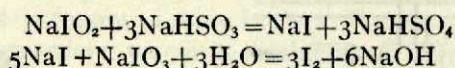
(6) Patente chilena número 1273, abril 3 de 1900, Alfredo Puelma Tupper.

H<sub>2</sub>S que desprende el CaS; se agrega despues 1/6 restante i una cantidad suficiente de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

#### PROCEDIMIENTO ACTUAL

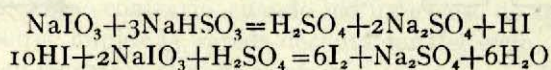
Todas los oficinas usan el mismo procedimiento: reduccion de los yodatos por el bisulfito de sodio i precipitacion del yodo, por reaccion del yoduro formado sobre el yodato.

Segun C. E. de la Mahotière, antiguo químico de la Compañía de Salitres de Antofagasta, la precipitacion del yodo se puede explicar por las siguientes reacciones:



El líquido se pone lijaramente alcalino i una pequeña parte del yodo precipitado se disuelve en él.

Segun don Alfredo Puelma Tupper (1), las reacciones se pasan de una manera un poco diversa; en vez de formarse yoduro de sodio, ha podido evidenciar la formacion de ácido yodhídrico:



Semper i Michels se muestran partidarios de esta última esplicacion. La industria del yodo no solo comprende la obtencion de este cuerpo sino que tambien la fabricacion de todos los reactivos que entran en su fabricacion.

Se comienza por fabricar primero carbonato de sodio, el que mediante el anhídrido sulfuroso se trasforma en bisulfito de sodio.

La obtencion del carbonato de sodio impuro—*sal-natron* o *sal-itron*—como se le llama en la industria; se efectúa por medio de nitrato de sodio i de carbon.

La reaccion se efectúa en un horno abierto, formado por un plano inclinado circular, en comunicacion con un pozo mas profundo (fig. núm. 2). En el plano inclinado se coloca la mezcla de nitrato de sodio i carbon de piedra, en ámbos cuerpos, bien molidos i secos; se prende fuego por medio de carbon en ignicion; la reaccion se produce violentamente, con desprendimientos de gases nitrosos; el carbonato de sodio obtenido por efecto del calor de la reaccion se funde i escurre hácia el pozo, donde se solidifica al enfriarse.

Una vez frio, se estraee del pozo, se rompe en trozos i se trata con agua en estanques especiales, hasta formar una disolucion de densidad aproximada a 1.10; la solucion se decanta i el líquido claro se guarda en los estanques depósitos de sal natron.

La preparacion del bisulfito se hace del modo siguiente: En hornos especiales se quema azufre, cuya combustion se mantiene merced a una corriente

(1) Patente chilena número 1278, abril 3 de 1900.

de aire, producida ya por aire comprimido, ya por medio de un inyector de aire i vapor; el anhídrido sulfuroso producido es enviado a dos grandes cilindros de palastro, incompletamente llenos con la disolución de sal natron; para producir el borboteo del anhídrido sulfuroso, se produce una depresion en la parte superior del líquido mediante un aspirador de vapor. La disolución de bisulfito, una vez preparada, tiene una densidad de 1,25 a 1,130. La disolución obtenida se guarda en los estanques depósitos de bisulfito.

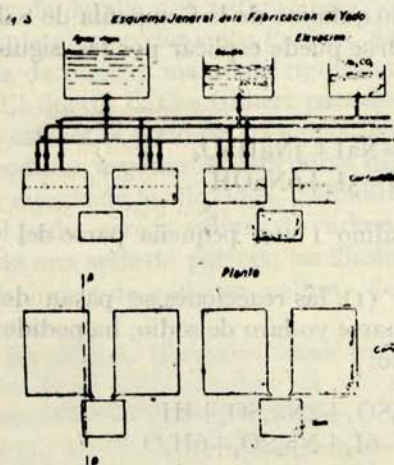


Fig. 3.—Esquema jeneral para la fabricacion del yodo

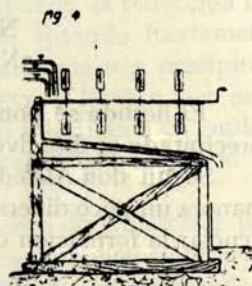


Fig. 4.—Detalle en AB

Una vez obtenidos los líquidos reactivos el procedimiento puede seguir su marcha normal. Las aguas viejas o madres son enviadas desde las bateas de cristalización del nitrato hasta el estanque de aguas viejas, gran depósito situado a cierta altura, desde el cual las aguas pasan a los estanques donde se verifican las reacciones.

Las aguas viejas son de composición mui variable, jeneralmente no tienen mas de 5 gramos de I por litro, i de 1 a 3 gramos es la lei mas jeneral. Como ejemplo de aguas viejas pueden citarse las siguientes:

|   | I      | II     | III    |
|---|--------|--------|--------|
| NaNO <sub>3</sub> .....                             | 382,89 | 378,53 | 382,87 |
| NaCl.....   | 204,10 | 147,52 | 77,41  |
| NaIO <sub>3</sub> .....                             | 12,51  | 13,34  | 8,72   |
| KNO <sub>3</sub> .....                              | —      | 116,52 | 123,48 |
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .....             | 71,05  | —      | 101,11 |
| Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .....             | 88,05  | —      | —      |
| KClO <sub>4</sub> .....                             | ind.   | 6,17   | 2,14   |
| MgCl <sub>2</sub> .....                             | —      | 1,69   | —      |
| MgSO <sub>4</sub> .....                             | —      | —      | 1,54   |
| Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ..... | —      | 4,43   | 3,28   |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> .....                | —      | 44,39  | 41,33  |

|  |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| KClO <sub>3</sub> .....                  | —     | 8,39  | 6,72  |
| NaClO <sub>3</sub> .....                 | —     | 0,28  | ind.  |
| Mg(ClO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ..... | —     | —     | 53,56 |
| Densidad.....                            | 1,425 | 1,425 | 1,463 |

El agua madre es tratada por el licor de bisulfito de sodio, preparado de la manera ya dicha; jeneralmente esta mezcla se hace agregando un lijero exceso de la disolucion de bisulfito hasta que el líquido que resulta presenta una coloracion oscura, parecida al *coñac*; a este licor se agrega una nueva cantidad de agua vieja, la cuarta a la quinta parte de la primera i todo el yodo se precipita; esta segunda operacion se llama *cortar* el yodo.

El líquido se deja reposar, i sobre la parte líquida que sobrenada se ensaya, ya sea con agua vieja, ya con la disolucion de bisulfito si la reaccion ha sido completa, corrijiéndose despues por agregado de agua vieja o bisulfito en caso de necesidad.

Cuando el procedimiento es mal llevado, sucede que si hai un exceso de bisulfito, las reacciones se prosiguen en los aparatos en que se efectúa la disolucion del caliche—en los cachuchos— i dada la temperatura a que se efectúa la operacion (alrededor de 100°) se producen desprendimientos de vapores de yodo. En el caso contrario, cuando hai un exceso de agua vieja, se forma una espuma que impide la rápida decantacion del yodo.

La operacion de cortar el yodo se efectúa en una serie de estanques—jeneralmente doce—colocados uno al lado de otros i unidos por medio de cañerías con los estanques de aguas viejas i los que contienen las disoluciones de hiposulfito i carbonato de sodio. Los estanques de cortar yodo que se construian primitivamente de madera, son hoi en la mayoría de los casos de hierro, de una capacidad de 6 metros cúbicos, de dimensiones variables, mas profundos de un lado que de otro, de manera que permitan sacar fácilmente el yodo precipitado. La reaccion es ayudada con un movimiento enérgico de los líquidos, para lo cual en algunas ofieinas se hace uso de un sistema de aspas de madera i en otras se emplea el aire comprimido, que se hace borbolar por medio de un inyector especial.

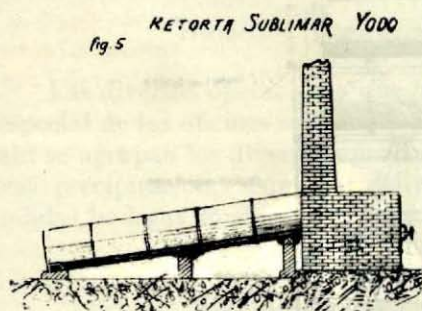


Fig. 5.—Retorta de sublimar yodo

Las cantidades de aguas viejas i de disolucion de bisulfito que es necesario emplear para obtener una buena precipitacion, son cuidadosamente calculadas de antemano; el *mayordomo cortador de yodo*, mediante la bureta, determina la cantidad de líquidos necesarios para preparar el licor i obtener despues la precipitacion completa.

Los líquidos se dejan reposar en el estanque cortador de yodo, durante unas seis horas i luego se decantan; la parte clara, denominada *agua feble*, es enviada a un estanque especial i de ahí vuelve al ciclo de la disolucion del

caliche; a pesar de las múltiples precauciones empleadas para obtener una precipitación completa del yodo, las aguas febles contienen siempre pequeñas cantidades de 0,1 a 0,3 gramos por litro. El residuo del estanque que contiene el yodo precipitado se filtra a través de tejidos o fieltros especiales; los estanques filtros están formados por un recipiente cilíndrico i un embudo tronco-cónico que ajusta sobre el recipiente; entre ámbos se fija el tejido, el cual es mantenido por el embudo.

La materia sólida que queda sobre el filtro, es cuidadosamente prensada en prensas de hierro a fin de quitarles la mayor cantidad posible de agua; se forman así los *quesos o tortas o pastas de yodo*, cuya composición media es:

|              | Por ciento |
|--------------|------------|
| I.....       | 70 a 80    |
| Resíduo..... | 5 » 10     |
| Humedad..... | 10 » 15    |

Las prensas se componen de un cilindro hueco de hierro colado, abierto por sus dos estremidades; la parte inferior del cilindro descansa sobre una pieza de madera, agujereada; por la parte superior ajusta un disco de madera, movido por tornillo de prensa. Los filtros de jénero, se introducen dentro del cilindro, envueltos en un tejido grueso que no permita sino el escurrimiento del agua.

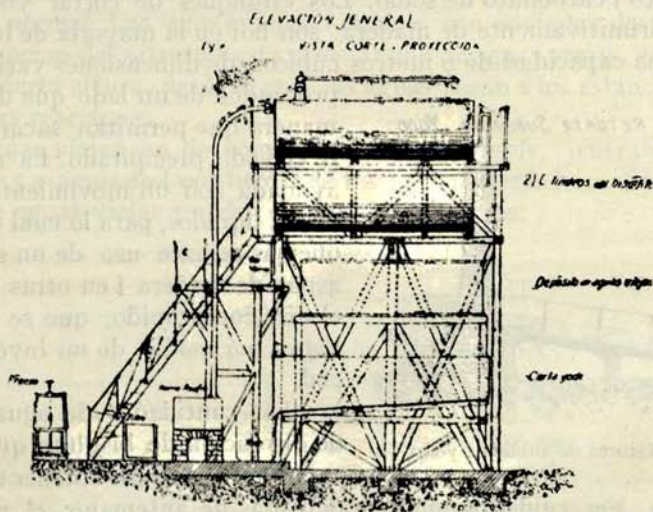


Fig. 6.—Elevacion jeneral. Vista, corte i proyeccion

El yodo en pasta o en queso, se purifica por sublimacion, operacion que se efectúa en retortas de hierro, condensando los vapores en tubos de loza inglesa vidriada que enchufan unos en otros.

Las retortas son de hierro colado de forma que indica la figura número 5, cubiertas de mampostería i alimentadas por su parte superior por fuego directo. Interiormente la retorta se recubre de arcilla a fin de preservar el hierro de los vapores del yodo; frente al hogar se encuentran la puerta por donde se introducen los quesos de yodo, la parte opuesta tiene una abertura que corresponde a los recipientes donde se condensa el yodo. Los aparatos condensadores o *paipas* son tubos de loza inglesa vidriados interiormente i enchufan unos dentro de otros, tienen 75 centímetros de diámetro por 90 de largo; jeneralmente cada retorta necesita diez tubos de condensacion, que se colocan dándoles una posicion inclinada, como se puede ver en la figura.

Para efectuar la destilacion, se llena la retorta con la pasta de yodo, se cierran cuidadosamente todas las juntas con arcilla i se calienta la retorta suavemente, hasta que todo el yodo se haya sublimado; se deja enfriar el aparato durante varios dias i sólo se abre en la noche, pues el calor del dia volatilizaría parte del yodo i los vapores producidos impedirían el trabajo de los obreros. El yodo sublimado se presenta pegado a las paredes de las *paipas* en forma de grandes cristales de brillo metálico, de color violáceo oscuro; se despegan éstos de las paredes i se les coloca en pequeños barriles de madera, muy resistentes, de 50 a 60 kilogramos de peso. Estos barriles se recubren con un forro de piel fresca a fin de impedir las pérdidas durante el viaje al extranjero.

El yodo sublimado, obtenido de la manera dicha, es suficientemente puro para ser empleado directamente. Los análisis de numerosas muestras acusan la siguiente composicion media:

|              | Por ciento    |
|--------------|---------------|
| Yodo.....    | 98,85 a 99,60 |
| Cenizas..... | 0,08 » 0,03   |
| Humedad..... | 1,05 » 0,25   |

Las diversas operaciones que hemos descrito se efectúan en un recinto especial de las oficinas salitreras, conocido con el nombre de casa de yodo, ahí se agrupan los diversos aparatos usados en la preparacion de los reactivos, precipitacion i refinacion del yodo; las casas de yodo están provistas de sólidas bodegas donde se guarda el yodo producido.

#### PRECIO DE COSTO DEL KILÓGRAMO DE YODO

Es difícil de estimar exactamente el precio de costo del kilogramo de yodo. Hai varios de sus factores, que escapan al cálculo; es imposible determinar el porcentaje que a cada kilogramo de yodo producido le corresponde en los gastos de instalacion, pues la fabricacion es intermitente, sin sujetarse a reglas determinadas; los períodos de produccion dependen del consumo mundial i del número de productores, factores ámbos variables.

Los gastos de elaboracion han sido calculados, en 1904, por Semper i Mi-

chels (1) variables entre \$ 2,14 a 2.50 oro chileno, hoy día según los estudios que he practicado. estos precios han variado un tanto, los estimo entre \$ 2,40 a 4,00 según las oficinas.

El precio del kilogramo puesto en Europa se podría calcular del modo siguiente:

|                                 | Precio mínimo | Precio máximo |
|---------------------------------|---------------|---------------|
| Gastos de elaboración.....      | 2.40          | 4.00          |
| Derecho.....                    | 1.27          | 1.27          |
| Flete, seguro, comisiones, etc. | 0.90          | 0.90          |
|                                 | 4.57          | 6.17          |

lo que equivaldría a tener un precio medio de \$ 5,50 oro para toda la producción chilena. Los diversos factores que concurren a formar este precio medio de costo se pueden clasificar del modo siguiente:

|   |   |    |
|---|---|----|
| Materiales (salitre, azufre, carbon)..... | % | 44 |
| Derechos de exportación.....              |   | 23 |
| Fletes, seguros, comisiones, etc.....     |   | 16 |
| Mano de obra.....                         |   | 14 |
| Envase.....                               |   | 3  |

#### PRECIO DE INSTALACION DE UNA CASA DE YODO

Con el fin de dar una idea aproximada del capital invertido en la industria del yodo, damos a continuación un presupuesto de una casa de yodo del modo corriente en la industria salitrera:

|   | Pesos oro |
|---|-----------|
| 1. Edificios, albañilería, escavaciones, rellenos i encatrados de madera..... | 20.000    |
| 2. Estanques de aguas viejas.....   | 3,600     |
| 3. Instalacion para fabricar sal natron.....                                  | 1,000     |
| 4. Un estanque para disolver sal natron.....                                  | 2.750     |
| 5. Un estanque depósito de disolucion sal natron.....                         | 920       |
| 6. Cuatro hornos para quemar azufre.....                                      | 960       |
| 7. Ocho cilindros para fabricar el bisulfito.....                             | 6.500     |
| 8. Dos estanques depósito de bisulfito (licor).....                           | 3.800     |
| 9. Doce estanques para cortar yodo.....                                       | 12.500    |
| 10. Doce estanques para filtros.....  | 2.500     |
| 11. Cuatro prensas para yodo.....   | 1.500     |

(1) *La industria del Salitre en Chile*, página 75.



|  |        |
|--|--------|
| 12. Cinco retortas.....  | 3.750  |
| 13. Cincuenta paipas inglesas.....   | 2.500  |
| 14. Dos bombas Cameron.....  | 2.000  |
| 15. Un estanque aguas febles.....  | 3.600  |
| 16. Un compresor de aire.....  | 1.500  |
| 17. Motor eléctrico i transmisiones i tableros.....                                      | 1.200  |
| 18. Cañerías de hierro, de plomo, llaves, ruedas, válvulas, curvas,<br>flanjes, etc..... | 2.000  |
| 19. Armadura del material.....   | 3.000  |
| Total.....   | 75.530 |

Una casa de yodo como la presupuestada puede fabricar con una lei de dos gramos de yodo por litro de aguas viejas 6.000 kilogramos de yodo mensuales.

Como hemos ya dicho no todas las oficinas elaboran yodo, el porcentaje es mui variable; cerca de 12 por ciento de las oficinas salitreras en trabajo anual, i cada oficina trabaja como término medio un mes cada cuatro a cinco años. Es casi imposible, por lo tanto, calcular la cantidad correspondiente a cada kilogramo de yodo, por capital, interes i amortizacion de la casa de yodo.

BELISARIO DIAZ OSSA



