

# BOLETIN

BIBLIOTECA  
DE LA  
SOCIEDAD NACIONAL DE MINERIA  
SANTIAGO

DE LA

## Sociedad Nacional de Minería

---

REVISTA MINERA

---

**PUBLICACION MENSUAL**

---

**AÑO XXXIV.—VOL. XXIX.—SERIE III**

---

SANTIAGO DE CHILE  
**SOC. IMPRENTA I LITOGRAFIA UNIVERSO**

GALERÍA ALESSANDRI NÚM. 20

**1917**



71124

## BOLETIN

DE LA

**Sociedad Nacional de Minería**

## DIRECTORIO DE LA SOCIEDAD

Presidente

**Cárlos Besa**

Acuña, Guillermo  
 Aguirre, Cesáreo  
 Aldunate Solar, Cárlos  
 Avilos, Cárlos G.  
 Blanquier, Juan

Barriga, Cárlos  
 Elguin, Lorenzo  
 Gandarillas, Javier  
 Ghigliotto Salas, Orlando  
 Lanas, Cárlos

Vice-Presidente

**José Luis Lecaros**

Lezaeta A., Eleazar  
 Lira, Alejandro  
 Malsch, Cárlos  
 Pinto, Joaquin N.  
 Yunge, Guillermo

Secretario

OSVALDO MARTÍNEZ C.

**La producción i consumo del carbon i su influencia  
 en el desarrollo económico de las naciones**

(Continuacion)

## ESTADO DE YOWA

Tipo de máquina.....	Sullivan.
Método de explotación.....	Longwall o sistema usado en Gran Bretaña.
Espesor del manto.....	28 pulgadas.
Inclinación del manto.....	horizontal.
Naturaleza del corte.....	arcilla refractaria.
» del techo.....	esquistos bituminosos 16 pulg. con 4 pulg. de caliza.
Distancia de los puntales del frente.....	3 1/2 piés.
Largo del corte (Longwall).....	3 000 »
Carbon cargado por llenador por jornada de 8 horas.....	6 toneladas.

Precio pagado por tonelada por cargar despues del arranque a máquina, etc.....	2 sh. 9 1/2 d. (67 cts.)
Peso de la máquina.....	4 800 libras.
Clase de barra.....	cadena.
Largo de la barra.....	30 pulgadas.
Profundidad del corte.....	30 »
Altura del espacio rebanado.....	4 1/2 »
Avance lineal por minuto del corte.....	36 »
» » » jornada.....	500 piés.
Precio pagado por ton. por el corte.....	11 d. (22 cts.)
Produccion de la máquina por día.....	100 toneladas.
Porcentaje de carbon en trozos 1 1/4 pulgada.	90%
Costo de la colocacion de la via.....	1 1/2 d. (3 cts.)
» de la traccion del frente al pique de estraccion.....	4 1/2 d. (9 cts.)
Produccion anterior por hombre i jornada hasta la máquina de estraccion.....	2 1/2 toneladas.
Produccion actual id. incluyendo maquinista.....	5 toneladas.
Precio pagado por trabajo a mano.....	4 sh. 9 1/2 d. (1.15 cts.)
Reduccion en el costo con las máquinas.....	7 1/2 d. (15 cts.)

En esta instalacion se emplea la corriente alterna i se consumen 2/3 de Kw. hora por tonelada de carbon producido. La profundidad del corte es solamente de 30 pulgadas, porque esto es lo convenido entre la Union de Obreros de América i los dueños de las compañías de Yowa.

## ESTADO DE PENNSILVANIA

Tipo de máquina.....	Shortwall.
Método de explotacion.....	Room and Pillar.
Espesor del manto.....	8 1/2 piés.
Inclinacion del manto.....	desde horizontal hasta 6 grd
Naturaleza del corte.....	blando.
Distancias de los puntales hasta el frente.....	6 piés.
» máxima entre puntales.....	4 1/2 »
Ancho de los espacios.....	12 »
» de las entradas.....	10 »
» de los pilares.....	15 »
Número de cargadores por espacio.....	1 a 3.
Carbon cargado por llenador por jornada de 8 horas.....	cerca de 12 toneladas.

Profundidad del corte.....	7 piés.
Avance lineal por jornada.....	110 »

Los llenadores son pagados por carros i no por el peso, así es que los demas datos no serian exactos.

Las opiniones del señor Dean han sido comentadas por ingenieros ingleses i norte americanos *in extenso*. En síntesis, nadie piensa que el motivo principal de la gran producción por hombre en Norte América, dependa de la capacidad mayor de los carros empleados, pero sí hai bastante conformidad en estimar que el empleo de las máquinas es la razon eficiente de este hecho i este empleo trae como consecuencia forzosa el uso de carros mas grandes. Se agrega que el empleo de las máquinas proviene de los mantos tendidos i mas poderosos que se encuentran con mas frecuencia en las minas de Norte América, de la escasez de mineros educados en este arte, siendo el 90% mineros de ocasion, esclavos, en su mayoría, i por último de la gran competencia que existe entre las Compañías mineras, pues la capacidad de producción es mucho mayor que el consumo. Con el fin de abaratar el precio i dejar un pequeño márgen de utilidad, las Compañías se han visto compelidas al empleo de las máquinas. Por otra parte, dados los jornales pagados en América de  $3\frac{1}{2}$  dólares, o sea 14 sh., el costo de una máquina que salga a £ 400 representa el salario de 570 dias, miéntras que si el salario es de 7 sh, como el de un obrero ingles, el costo de la máquina representa el salario de 1140 dias.

Otros ingenieros ingleses contradicen el hecho afirmado por el señor Dean, respecto de la capacidad diaria del llenador ingles admitida como igual a  $7\frac{1}{2}$  toneladas, siendo 60% superior a esa cifra en realidad i sostienen que Inglaterra se sacrifica mucho a la seguridad de los obreros, prohibiéndose, por ejemplo, el uso de la electricidad en la mayoría de las minas, es decir, haciendo todo lo contrario de Norte América.

Las minas inglesas con grandes profundidades de explotación, no pueden compararse con las minas que se trabajan como canteras o por socavones en América; el sistema de trabajo llamado de «room and pillar» de los americanos no podría adoptarse en los mantos delgados e inclinados de Gran Bretaña. Las máquinas circadoras Short wall o continuas, no pueden tampoco emplearse con éxito en las minas británicas, miéntras tanto las Ironclad Longwall pueden prestar mui útiles servicios i economizaban en maderación.

Hai tambien que tomar en cuenta la circunstancia de que no existiendo en América un gremio minero estable con sus asociaciones por el estilo de las Trade Unions de Inglaterra, todos los nuevos inventos que se emplean en las minas encuentran ménos resistencia que en este último país.

Los sistemas empleados para estraer el carbon en Europa exigen la estracción del total del carbon i no del 90% o ménos como en Norte América. Este reclama mas obreros i menor producción por hombre. En Alemania i

Bélgica el costo del relleno de las explotaciones ya efectuadas representan un gasto de 1 sh. por tonelada.

En Europa i en Inglaterra el trabajo se divide principalmente entre el minero i el llenador. En EE. UU. la costumbre establecida permite que un hombre pueda hacer a su voluntad estas dos operaciones, lo que significa una economía de tiempo mui frecuentemente.

El número de vijilantes o contra-maestres en uno i otro pais varia de 1 por cada 20 o 25 mineros en Inglaterra contra 1 a 100 o 150 mineros en Norte América, lo que demuestra la mayor atencion que se da al cuidado de la seguridad de las explotaciones.

Igualmente, la supresion completa del uso de esplosivos en Inglaterra trae como consecuencia una menor produccion por hombre.

En los estados en donde las condiciones de las minas se aproximan a las inglesas como Missouri, Oklahoma i Michigan el tonelaje producido al año está grandemente reducido i no exceden en mucho a la produccion media europea.

La mayor utilizacion del carbon estraído de las minas en la práctica europea por medio del lavado, de la destilacion, de las briquetas, traen como consecuencia el empleo de mas operarios que reduce la produccion por hombre.

Comparando el costo de la produccion en un estado como el de Pennsylvania por tonelada pagado a un minero despues de encontrarse el carbon cortado por una máquina, que era de 36 cts. o sea 1 sh. 6 d. i los dos que manejan la máquina, siendo a su vez remunerados con 6 cts. o 3 d. cada uno, se llega a una cifra de 48 cts. o sea 2 sh. como gasto inicial. Miéstras tanto partiendo solamente de que un minero ingles llenara  $7\frac{1}{2}$  toneladas inglesas por 7 sh. o 1.75 dólares, querria esto decir, que recibia  $23\frac{1}{3}$  cts. u  $11\frac{3}{4}$  d. para estraer i cargar una tonelada en las mismas condiciones. En este caso veremos que sale costando mas del doble la misma operacion hecha a máquina en los Estados Unidos. La diferencia en los costos permitiria efectuar un gastó de  $24\frac{2}{3}$  centavos o sea  $12\frac{1}{4}$  por tonelada para gastos jenerales en la carbonera inglesa.

En el caso de la mina americana el costo total del carbon colocado en carro de ferrocarril en la boca-mina era de 4 sh, o sea 1 dólar por tonelada. (Comunicacion de J. C. Parffit de Jerome, Pensilvania).

#### ALEMANIA

Desde la mas remota antigüedad la Alemania era famosa por sus minas metalíferas de Sajonia, tales como las de los distritos Freiberg, Chemnitz i Altemberg: las del centro de la Prusia Sajona, como Mansfeld: las de Hannover en el distrito del Harz, con su centro minero de Klausthal, Zellerfeld i

Goslar, Rammelsberg i Andreasberg; las de Siegerland en el alto Rhin, etc. Estos proporcionaban cobre, zinc, plata, plomo i hierro a la industria alemana desde los tiempos de la edad media, i su explotacion habia formado una explotacion minera considerable de indiscutible pericia que se ha ido perfeccionando dia a dia gracias a las escuelas técnicas, cuyos ejemplares mas conocidos son Freiberg i Klausthal en Sajonia i el Harz.

La industria minera habia dado impulso a la industria manufacturera de esa época i se habian creado centros de importancia mui cerca de las regiones que mas tarde iban a tener un desarrollo increíble con la explotacion de los centros carboníferos.

Así, por ejemplo, en la Westfalia, que es el primer distrito hullero de Alemania, pues produce mas de 56% del total, encontramos la antigua ciudad de Colonia; en la Alta i Baja Silesia, que es el segundo, con una proporcion de 28% del total, están Breslau, Dresde i Leipzig.

Hoi, despues del gran desarrollo de las minas de carbon, encontramos superpuestas a estas antiguas ciudades otras que rivalizan por su poblacion i por su industria. En el Rhin i Westfalia hai mas de 10 ciudades que tienen mas de 100 000 habitantes. Se pueden citar Bergen 160 000, Elberfeld 163 000, Dortmund 198 000, Ruhrort Duisburgo, Essen, Gelsenkirchen (200 000), Dusseldorf 285 000, Colonia tiene 470 000, despues de haber pasado por un largo período de decadencia.

En Prusia tenemos los pueblos industriales de Zwickau, Glauschau, Meerane i Chemnitz que cuentan hoi con 300 000 habitantes i son un gran centro de fabricacion de telas. Las poblaciones como Dresde, que tenían 60 000 habitantes en 1801, han pasado a tener 550 000 i la de Leipzig, que tenia 30 000 en esa fecha, tiene ahora 540 000.

En Silesia el pueblo de Breslau que estaba muerto, renace con las fundiciones del distrito de Oppeln, donde se encuentran las minas de Beutten i Königshütte en plena cuenca hullera. De 1871 a 1895 el aumento de poblacion del distrito es de 400 000 habitantes. Breslau tiene hoi mas de 500 000. La navegacion del Oder hasta esta capital le ha dado un impulso extraordinario. Otra cuenca que produce un 6% del total es la del Saar, 13 millones de toneladas, está próxima a la Alsacia Lorena i es de propiedad del Estado Prusiano en su mayor parte.

Estas trasformaciones de la vida industrial alemana no se han operado como las de Inglaterra en el curso de un siglo o siglo i cuarto, sino en época mui reciente. Si bien este progreso se preparaba silenciosamente en medio de un trabajo paciente pero con un plan bien meditado, como por ejemplo el desarrollo de las vias fluviales de comunicacion, empezado en Prusia por el Gran Elector, i continuado por Federico II hasta nuestros dias, para poner en comunicacion las vias Vístula Oder i Elba, unas con otras hasta llegar en nuestros dias al Ems i al Rhin, puede decirse que el impulso mayor vino

despues de la construccion de los ferrocarriles entre 1850 i 1860 i principalmente despues de la guerra de 1870.

Otra característica de la industria minera alemana comparada con la inglesa es el auxilio que le ha prestado el Estado, pues éste ha sido i es dueño de minas en varios de los estados confederados. Por este motivo, sin duda, los poderes públicos han estado mejor informados de las necesidades de la minería i la han ayudado eficazmente, principalmente en lo que toca al transporte por tierra i por agua. La propiedad de las vías férreas es una cuestión que no sólo tiene una importancia estratégica para un Estado, sino que es además muy importante para dar unidad a su política económica i para hacer triunfar en los mercados internacionales a la industria que trata de amparar.

En estos sentidos tenemos seguramente dos civilizaciones enteramente opuestas: La una fundada en el principio de libertad sin unidad i sin dirección colectivas, la otra fundada en una cooperación estricta entre el productor i el director, que persiguen de antemano un fin determinado.

Después de largas discusiones sobre estos dos principios en vista de los resultados que ámbos han dado a la larga, ya nadie defiende el primer sistema i sólo se trata ahora de buscar la fórmula que permita pasar de un régimen a otro a los pueblos anglo sajones. En la agricultura, en la industria, en los transportes, etc., el progreso i la fuerza consiste en la cooperación, i la base del éxito de ésta se encuentra en cierta porción de libertad que a cada cual sacrifica en provecho del bien comun.

La demostración de estas cosas la ha hecho la Alemania en forma irrefutable. Las cooperativas agrícolas, las cooperativas de crédito agrícola e industrial, los carteles de todo género para las ventas i en especial para los carbones, el sindicato de las hullas, son distintas fases de un mismo movimiento nacional que caracteriza en parte lo que los alemanes llaman su «Kultur».

#### ESTADÍSTICA DE LA PRODUCCION

Jeneralmente se hace la separación en las estadísticas de la producción de hullas i de lignitos que son carbones muy inferiores i que se producen en otras cuencas también.

De los cuadros dados por Mulhall en su diccionario estadístico, tomamos lo siguiente:

Durante el período decenal	Millones de tons.		
	Hulla	Lignito	Total
1850-1859.....	88	27	115
1860-1869.....	200	61	261
1870-1879.....	356	100	456
1880-1889.....	570	148	718



Durante el período de:

1801-20.....	—	—	25
1821-40.....	—	—	48
1841-50.....	—	—	47

Segun el mismo autor, la produccion i el consumo total de carbones habria sido por décadas:

	Produccion T.	Consumo T.
1800.....	300 000	
1820.....	1 500 000	
1830.....		2 500 000
1840.....	3 400 000	3 400 000
1850.....	6 700 000	6 000 000
1860.....	16 700 000	15 000 000
1870.....	34 000 000	30 000 000
1880.....	59 100 000	52 000 000
1889.....	84 900 000	75 000 000

En un período posterior tenemos:

Para la hulla:

	Produccion T.	Consumo T.
1892.....	71 372 800	66 838 000
1896.....	85 690 000	79 568 000
1900.....	101 066 000	93 899 000
1910.....	143 971 000	
1911.....	160 700 000	
1912.....	177 094 917	
1913.....	191 511 154	

Para el lignito:

1892.....	21 172 000	27 354 000
1896.....	26 781 000	34 403 000
1900.....	34 203 000	42 799 000
1910.....		
1911.....	73 800 000	
1912.....	82 300 000	
1913.....	87 116 343	

Es notable la proporcion que el reino de Prusia tiene en esta produccion total, segun las estadísticas publicadas por Stahl u Eisen, 5 Febrero

1914; en 1913 la producción de hulla, lignito, coke i briquetas o aglomerados habria sido para el Imperio i para la Prusia como sigue en toneladas:

	Imperio	Prusia
Hulla.....	191 511 154	181 413 277
Lignito.....	87 116 343	70 255 724
Coke.....	32 167 716	32 010 682
Briquetas de hulla.....	5 823 776	5 758 627
» de lignito.....	21 417 976	17 694 658

El valor del lignito producido en 1914 que fué de 73 800 000 toneladas, está estimado en 183 500 000 marcos, o sea alrededor de 2 mcs. 50 la tonelada en la mina.

En los últimos 25 años, según el señor Hellferich, en su opúsculo sobre la prosperidad de Alemania, el valor de los productos de las minas habria aumentado de 700 millones de marcos a 2 000 millones.

La progresión en Alemania ha sido mucho mas rápida que en los demas países excepto Estados Unidos, según el cuadro siguiente citado por el mismo autor:

Hulla i Lignito millones de toneladas:

Hulla i Lignito millones de toneladas	1886	1911	Aumento %
Estados Unidos.....	103.1	450.2	336.6
Gran Bretaña e Irlanda.....	160	276.2	72.6
Alemania.....	73.7	234.5	218.1
Austria Hungría.....	20.8	49.2	136.5
Francia.....	19.9	39.3	97.5
Bélgica.....	17.3	23.1	33.5

Comparando los resultados en 25 años se obtiene el siguiente cuadro que indica la capacidad media de cada explotación i la producción i valor de la Hulla i Lignito: (id.)

	HULLA			LIGNITO		TOTAL
	Promedio de cada espl. en tons.	Peso en millones t.	Valor en mill. Marcos	Prom. cada espl.	Peso	Valor
1887.....	217 357	60.3	311.1	29 408	15.9	40.2
1911.....	628 307	160.7	1 572.6	72 567	73.8	183.5
Aumento en %.....	410 950	100.4	1 261.5	43 159	57.9	143.3
	189.1	166.5	405.5	146.8	364.1	356.5

Promedio de cada explotación en toneladas	Peso	Valor
246 765	72.2	351.3
700 874	234.5	1 756.1
454 109	158.3	1 404.8
184	207.7	399.9

CUENCAS HULLERAS

*Cuenca de Rhin, Westfalia*

Está es la mas importante, no sólo de Alemania sino de Europa. Mide 60 kilómetros de largo desde Dortmund a la frontera holandesa, por 20 de ancho entre Werme i Elberfeld. Desde Rohrort hasta Duiburgo en donde la cuenca atraviesa el rio Rhin, puede decirse que éste forma un inmenso puerto interior, el mas grande del continente europeo.

La explotacion data de 1792, pero entónces sólo se extraian 176 676 toneladas, o sea unas 1 140 toneladas por cada mina. Hoi, aunque el número de explotaciones ha quedado mas o ménos igual, el término medio de la extraccion por mina es de 600 000 toneladas. (Citado por Víctor Cambon. Los últimos progresos de Alemania).

Damos a continuacion la estadística comparativa de esta cuenca con la produccion total de la hulla de Alemania tomada de la obra de H. Greard «Explotacion de minas por el Estado»:

	Westfalia tons.	Alemania	%
1852.....	1 955 937	5 157 654	38
1860.....	4 365 834	10 656 725	41
1870.....	11 812 529	23 316 237	51
1880.....	22 495 204	42 172 944	53
1890.....	35 469 290	64 373 816	55
1900.....	59 618 900	101 066 158	58.5
1910.....	86 847 000	143 971 000	60.3

En 1912 la produccion llegó a 102 260 000 toneladas.

Citaremos las principales Compañías hulleras de la cuenca con sus capitales, tomando los datos de las obras recientes de V. Cambon i de H. Greard.

Una de las Compañías mas poderosas por el tonelaje que extrae, es la Gelsenkirchen, pero es de advertir que al mismo tiempo es sociedad metalúrgica, de manera que sus utilidades se refieren como su capital a ámbas ramas de la industria.

Hace cuarenta años la Gelsenkirchen era solamente un villorrio. Hoi es una aglomeracion urbana de 200 000 habitantes

En 1911 la Compañía vendió cerca de nueve millones de toneladas de hulla, fuera del consumo que tuvo en sus establecimientos siderúrgicos de mas de 900 toneladas.

Su capital en acciones es de 180 millones de marcos i tiene 72 millones de obligaciones.

En 1891 la produccion de hulla se elevaba a 2 780 000.

En 1901 pasaba de 5 250 000.

El coke fabricado en 1891 fué de 142 000 toneladas i en 1911 llegó a 1 900 000 toneladas.

En 1911 hubo una utilidad bruta de 44 779 000 marcos i una neta de 16 000 000, lo que le permitió distribuir un dividendo de 10% sobre su capital de entónces, que se elevaba a 130 millones de marcos.

La estension de sus concesiones hulleras es de 28 716 kilómetros cuadrados. El número de operarios era en 1891 de 9 700 i en 1911 de 35 000. Entre las Compañías puramente carboníferas las principales son la Harpen i la Hibernia. Empezaremos por esta última.

La Hibernia tiene 24 pozos de estraccion. Esplota 10 000 000 de toneladas al año. Tiene un capital en acciones de 70 millones de marcos, i 20 millones de obligaciones (en 1912). La estension de sus concesiones es de 10 193 hectáreas. Su produccion en 1903 fué de 4 624 129 i la proporcion que entónces tenia en el sindicato de los carbones era de 7.1%. Su capital en esta época era de 53 500 000 mcs. i entónces fué cuando el Estado Prusiano quiso adquirir la mayoría de las acciones para reforzar su accion ante el sindicato. Pero sólo pudo adquirir 22 millones de mcs. y no logró el éxito que deseaba. La operacion consistia en cambiar cada accion de 3 900 mcs. de valor nominal por 8 000 mcs. de rentas del Estado del 3%, o sea un dividendo del 8%. Pero como los dividendos efectivos habian sido los años anteriores de 10 a 15%, siendo 11.03% el término medio, los accionistas rehusaron entrar en esta combinacion. Con este motivo el Estado no ingresó al sindicato de las hullas i sólo consintió en entrar en 1912.

La Hibernia mantiene 800 hornos para fabricar coke que producen 600 000 toneladas de coke i 26 000 de alquitranes. Ademas tiene una produccion de gases combustibles de 2 200 toneladas que sólo aprovecha en parte para el consumo de fuerza motriz que tiene i el resto lo suministra a la gran Compañía de fuerza i de luz de Westfalia denominada: Rheinische Westphalische Electricitaets Gesellschaft, que data de 1897. Cuenta con un capital de 38 millones de mcs. de capital acciones i otro tanto de obligaciones. Sus cañerías para suministrar gas de las minas M. Stinnes i otras en 1912, tienen un desarrollo de mas de 120 kms. En 1908 distribuyó 8% a sus accionistas.

La Compañía Harpener Bergbau, de Dortmund, es la primera Compañía Hullera, pues tiene un capital superior a Hibernia, aunque la produccion es algo inferior. Esta ha sido de 7 540 000 toneladas.

El capital es de 85 millones de mcs. i 22 millones de obligaciones.

La estension de sus concesiones es de 17 121 kms. cuadrados. Segun V. Cambon hai muchos capitales franceses invertidos en estas tres grandes empresas en la forma de capitales que han suscrito las deudas representadas por las obligaciones que ganan un buen interes, jeneralmente de 6 a 7%.

Otras compañías que merecen citarse son, con su produccion anual respectiva:

Rheinpreussen, en la ribera izquierda del	
Rhin.....	3 000 000 toneladas
Concordia.....	1 600 000 »
Constantino el Grande.....	2 500 000 »
Mulheimer Bergwerk.....	1 600 000 »

Las demas pueden verse en la lista de las grandes Compañías citadas mas adelante.

Las Compañías hulleras i metalúrgicas como la Gutehoffnungshuette, Phoenix, Krupp, D. Luxemburgische, etc., cuentan con enormes explotaciones de hulla i fierro. Ellas mismas fabrican su propio coke i esta operacion les permite disponer de grandes cantidades de gas para fuerza motriz. La cuota que algunas de estas Sociedades se reserva para su consumo en la produccion total, segun la nómina publicada por el Sindicato de Carbones, puede verse mas adelante.

LA INDUSTRIA DEL CARBON I SUS DERIVADOS I LA INDUSTRIA DEL HIERRO

La Westfalia, que es gran centro carbonifero i metalúrgico de Alemania, ha podido reunir como el centro del Estado de Pennsylvania que circunda a Pittsburgo, un conjunto incomparable de establecimientos de todo jénero que aprovechan los sub-productos de la hulla i de los altos Hornos que funden los minerales de hierro.

La produccion de la industria de Westfalia segun de Launay (El problema de la hulla. Bolet. Soc. Minería), sería el siguiente:

Produccion de hulla en 1912.....	102 millones de tons.
Produccion de coke.....	22 » » »
Produccion de alquitran.....	550 000 tons.
Sulfato de amoníaco.....	244 000 »

Lingote de hierro (incl. Lorena, Luxemb. i Saar) 14 millones de tons.

Cuatro Sociedades tienen un capital superior a 200 millones de francos.

cinco tienen uno comprendido entre 100 i 200; i los balances de estas empresas, por lo jeneral hullero-metalúrgicas, dan dividendos superiores a 10%.

En 1913 las cifras respectivas para la produccion serian 114.5; 26; 814; 384 i 16.

Hemos citado la Compañía de Electricidad de Rhin Westfalia, que tiene centrales de fuerza cerca de Wesel, en el rio Lippe en Reisholtz, cerca de Dusseldorf i que en los últimos años no se ha limitado a vender electricidad para fuerza sino que tambien vende gas que lo distribuye por cañerías. Tiene distribuciones de gas en Sollingen, en Remscheid, en Lenep, etc., ciudades industriales que tienen un gran consumo de fuerza.

Otra empresa vendedora de fuerza i de gas es la propia empresa Krupp. Citaremos segun los datos publicados en la revista Stahl u Eisen de 10 de Julio de 1913 las cifras de la produccion correspondiente a 1912.

La extraccion de carbon de las propias minas fué de 2 714 770 toneladas. El consumo de todas las fábricas sin contar el de las minas, fué de 1 390 715 toneladas. La fundicion de Essen necesitó 923 715 toneladas de carbon i 1 268 244 de coke. Sumando el consumo de coke trasformado en carbon con el carbon empleado en este estado, se llega a un consumo total de carbon de 3 078 483 toneladas, lo que significa que la fábrica no puede abastecerse totalmente a sí misma i debe comprar parte de su coke. Los gasómetros ocupan por su produccion anual el 17 avo lugar entre las grandes ciudades de Alemania. Esta produccion es de 16 456 000 metros cúbicos. (La ciudad de Barmen consume 17 000 000 i la de Cassel 15 611 000).

Ademas de esta distribucion de gas que se efectúa por cañería i que se vende para la fuerza a un precio igual a la mitad del precio del gas en Sheffield, que es uno de los lugares donde es mas barato en Inglaterra, (4 d. los 1 000 piés cúbicos por el gas sin benzol en Essen, contra 10 d. en Sheffield por gas purificado i lavado), existen 7 centrales eléctricas que distribuyen fuerza por una red de cables subterráneos de 150 kms. de lonjitud i 42 kms. de cables aéreos. El total de unidades de enerjía vendida fué de 58 988 372 Kw. hora.

Tenemos aquí un ejemplo notable de la asistencia mutua que se prestan las diversas industrias derivadas de la hulla con las de la metalurjia i de la mecánica en jeneral en este distrito privilegiado.

Este es el secreto del abaratamiento extraordinario de los productos i de su produccion en tan vasta escala.

El caso de los grandes motores de gas en los últimos años i el empleo del gas pobre de los altos hornos mezclado con gas de alumbrado en estos motores ha permitido aprovechar mucho mejor los gases producidos en cantidades enormes por los altos hornos. Se calcula que cada alto horno puede proporcionar 35 caballos de fuerza continuos por cada tonelada de lingote que funde el horno en 24 horas, fuera de la fuerza que necesita el propio horno para marchar. Cuando la produccion de Alemania en 1906 fué

de 12 millones de toneladas de lingote, se calculaba que este excedente de fuerza motriz representaba 1 200 000 HP. (Thyssen, la metalurgia del hierro en Alemania, Revista Económica Internacional, Junio de 1911). En el solo distrito de Westfalia la producción de lingote ha pasado de 8 millones de toneladas en 1913, de manera que había disponibles 800 000 HP.

Además de esta fuerza que se vende como hemos visto a todas las industrias, tenemos el coque que las Compañías mineras fabrican para la venta, además del que consumen ellas mismas cuando son a la vez Compañías metalúrgicas i los sub-productos como el sulfato de amoníaco, el alquitran, benzol, etc. En la Estadística Oficial para 1913 puede verse la proporción del carbon entregado para la venta tal como lo producen las minas, i el que es vendido bajo otra forma o consumido por las Compañías Mineras. Esto da una idea de la verdadera utilización que se hace del combustible, pues mientras mayor cantidad se vende en estado bruto, por decirlo así, menos aprovecha la industria en jeneral i las vías mineras. El objeto de la estadística es presentar bajo una forma que permite darse cuenta rápidamente del estado de adelanto de los distritos hulleros, pues el ideal sería consumir todo el carbon transformado en el estado de coque o de gas.

En nuestro estudio anterior sobre la industria del hierro i del acero vimos que en Alemania esta industria ocupaba en 1912 362 830 personas que ganan 530 700 000 marcos al año por salarios i sueldos. La utilidad bruta de la industria hasta llegar al acero laminado puede calcularse en unos 1 500 millones de marcos en números redondos i las utilidades netas en unos 660 millones.

Para tener las utilidades totales que se derivan de la fabricación de las maquinarias, buques, obras de arte i otros artefactos de acero, sería preciso hacer un trabajo como el que ha realizado Sir Hughes Bell para la producción inglesa i que reproducimos en el capítulo sobre Inglaterra.

Siendo la producción alemana muy superior a la inglesa en cantidad, es natural pensar que ocupa un mayor número de obreros en conjunto i arroja mayores utilidades líquidas. Mas adelante volveremos sobre este punto.

La industria carbonífera está ligada en primer término a esta prosperidad que repercute en todas las actividades de la nación. Debemos también hacer notar que la proporción de carbon consumido en las industrias bajo forma de calórico es muy superior a la cantidad consumida bajo la forma de energía mecánica i que podría ser sustituida por fuerza hidráulica. Este es un punto capital que no deben perder de vista las naciones provistas de saltos de agua i que no cuentan con la industria carbonífera. En la primera parte de este trabajo, dimos a conocer en globo las cantidades de carbon consumidas aproximadamente en el mundo en diversos objetos.

Si estudiáramos en detalle el consumo del total del carbon producido en Alemania o en Estados Unidos, veríamos que apenas una tercera parte

sirve para impulsar los ferrocarriles, las máquinas de las fábricas, los vapores, etc.

Entre nosotros se oye frecuentemente decir que nuestros rios nos suministrarán la fuerza necesaria para llegar a ser un pais industrial. Es preciso observar que hasta ahora la trasformacion de la electricidad en calor no es una operacion industrial mui barata. Los paises que han desarrollado la gran industria han tenido que consumir enormes cantidades de carbon para producir, mas que fuerza, calor.

### *Cuenca de Silesia*

Este territorio, conquistado por Federico II a los austriacos, es uno de los mas valiosos del reino de Prusia. Su capital, Breslau, es la tercera ciudad del reino.

La vecindad de las minas de hierro ha dado un auge admirable a las minas de hulla de la rejion, si bien estas existencias de hierro no son mui grandes i van agotándose rápidamente.

La poblacioness de Benthen i de Gleiwitz de 50 a 60 000 almas i Koenigshuette forman el núcleo de las aglomeraciones industriales representadas en el Rhin por Gelsenkirchen o Essen. Hai muchas Compañías hulleras i metalúrgicas a la vez.

La produccion de Silesia, Alta i Baja, en 1912 alcanzó a 47 millones de toneladas. La cantidad de carbones para coke no es mui considerable, pero basta para la pequeña industria siderúrgica de ese centro que produce 1 050 000 toneladas de lingote. El carbon bueno para el coke proviene del distrito de Baja Silesia.

La estadística de la produccion de hulla, segun Greard ha sido:

1852.....	1 949 178
1860.....	3 484 500
1870.....	7 424 631
1880.....	12 656 764
1890.....	20 075 620
1900.....	29 596 538
1910.....	39 916 000

La mayor parte de este tonelaje no es consumido en el distrito, pues la fundiciones no pueden absorberlo.

De los 47 millones de toneladas producidas en 1912 segun V. Cambon, 10 millones toman la via fluvial del Oder distribuyéndose entre los pueblos industriales como Oppeln, Breslau, Francfort del Oder i Stettin.

Otros 9 millones pasan la frontera i se reparten entre Austria Hungría,



Bohemia i Galicia. Tres millones de toneladas se dirijen a Berlin que dista 300 kms. de Breslau.

2 000 000 van a la Polonia Prusiana.

1 500 000 va a Pomerania,

800 000 a las provincias de la Prusia del Este,

900 000 al Brandeburgo, etc.

Subdividiendo las dos cuencas de Alta i Baja Silesia podremos precisar ciertos datos tomados de los boletines del 12.º Congreso Minero de Breslau.

#### ALTA SILESIA

Este distrito está caracterizado por la gran potencia de sus mantos de hulla, en jeneral 2 metros i en partes 9 i 12, la poca profundidad de ellos i la pequeña cantidad de gas grisú.

El coke producido no es resistente para los usos metalúrgicos por el contenido elevado de H. i de O. (Mas de 5% de H. i de 10 a 20% de O.)

La produccion en los últimos años fué de:

1910.....	34 446 000 tons.
1911.....	36 623 000 »
1912.....	41 543 000 »

El valor de la produccion en 1911 fué de 305 912 000 mcs. o sea 8.35 marcos por tonelada.

El número de operarios ocupados fué de 117 791 en 1911. Sus salarios sumaron 130 830 000 mcs. o sea 357.23 por 100 toneladas.

#### COSTO MEDIO DE PRODUCCION DE ALGUNAS MINAS

En 1910 la Compañía carbonífera de Domersmerckhuette tuvo los siguientes precios de costo en sus minas Concordia i Abwehr.

Mina Concordia en Zabrze:

Produccion anual.....	1 002 710 tons.
Costos totales.....	7 280 933 Marcos.
Por tonelada.....	6 602 Marcos

Mina Abwerhr en Mikultzchuetz:

Produccion anual.....	623 175 toneladas.
Costos totales.....	3 760 876.04 Marcos
Por tonelada.....	6 035 Marcos

## TARIFAS DE LOS FERROCARRILES DEL ESTADO

Para distancias inferiores a 350 Km. 0.022 Marcos por t./Km.; para distancias superiores 0.014 t./Km. Estas sumas se aumentan en 0.07 Marcos por cada 100 Klbs. para pagar gastos de expedición.

Además de esta tarifa general hai tarifas especiales: A Prusia Oriental distancias superiores a 700 Km. 0.0134+0.06 Al puerto de Stellein para embarques: 0.0134+0.06, igual para Dinamarca.

## BAJA SILESIA

Este distrito se caracteriza por el gran número de mantos, por la potencia reducida de ellos i las numerosas capas estériles intercaladas. Hai muchos accidentes que vienen a perturbar la conformidad de los depósitos. El coke producido con estas hullas es excelente.

La producción i su valor por tonelada ha sido:

1910.....	5 532 579 tons.	10.47 Marcos
1911.....	5 646 622	10.17 »
1912.....	5 901 562	10.40 »

El número de operarios:

1910.....27 979; 1911.....27 988; 1912.....27 918

Salarios medios por año i por jornada:

	Por año	Por jornada
1910.....	1 040	3.46 Marcos
1911.....	1 069	3.54 »
1912.....	1 121	3.71 »

Salarios por tonelada:

1910.....	4.93 Marcos
1911.....	4.95 »
1912.....	4.93 »

Las tarifas de los ferrocarriles son las mismas citadas i el mercado de estos carbones es el consumo de las fundiciones locales, Rusia, Austria Hungría i otros países del sud de Europa.

Hemos visto anteriormente cuáles eran las cantidades de carbon consumidas por las grandes capitales como Nueva York, Lóndres. En cuanto

a Berlin, el autor citado, V. Cambon, nos dice que recibe las siguientes cantidades:

1912. De Inglaterra.....	1 430 000 tons.
De Westfalia.....	480 000 »
De Silesia.....	2 850 000 »
Lignitos de Prusia i Sajonia.....	2 200 000 »
O sea un poco mas de.....	7 000 000 »

El puerto de Hamburgo recibe por otra parte:

De Inglaterra.....	4 713 000 »
Hullas de Westfalia.....	3 576 000 »

En total.....	8 290 000 tons.
---------------	-----------------

La mayor parte es consumida por la marina mercante.

#### CUENCA DEL SAAR

Esta es la mas importante por ahora de las explotaciones hulleras que se ha reservado el Fisco prusiano, como veremos mas adelante.

Tambien el Fisco de Baviera posee algunas explotaciones.

La estadística de la produccion incluso la cuenca poco importante de Aquisgran, es segun Greard:

1852.....	1 222 334
1860.....	2 758 450
1870.....	3 679 075
1880.....	6 627 531
1890.....	8 177 874
1900.....	11 979 986
1910.....	16 310 347

Los carbones del Saar son mui inferiores a los de Westfalia; sin embargo, puede fabricarse coke con ellos i se consume una gran cantidad de él en las fundiciones de Lorena. El pueblo de Saarbrucken ha tomado una gran importancia industrial.

#### MINAS FISCALES

Como decíamos anteriormente la Prusia explota minas de carbon en varias cuencas por cuenta del Estado.

Estas propiedades han tenido diversos orígenes, pero su objeto ha sido

proveer a mejor cuenta la red de 38 000 km. de ferrocarriles que pertenece al reino de Prusia. Esta misma red consumió en 1911 unas 10 800 000 toneladas avaluadas en 132 000 000 de Marcos Aunque en el hecho la provisión no se hace directamente a los ferrocarriles de las minas en cuestión, sino que se vende en el mercado jeneral. El Estado ha juzgado conveniente conservar i aun ensanchar estos dominios fiscales en presencia del sindicato de las hullas que domina el mercado.

Este sindicato cuya historia a grandes rasgos hemos espuesto en nuestro estudio sobre la «Concentración moderna de la industria» aplicada a la solución del problema salitrero, ha tenido el siguiente porcentaje de la producción total de las hullas (Stahl u Eisen Feb. 5 1914).

1893.....	33 539 230 tons. o sea	86.66 % del total
1903.....	53 822 137	82.25 %
1913.....	101 652 297	88.88 %

han quedado fuera respectivamente:

En 1893.....	5 163 769 o sea	13.34 %
1903.....	11 611 315	17.75 %
1913.....	12717 217	11.12 %

La participación que ha tomado el Estado prusiano en las minas de carbon puede cifrarse como sigue, (Stahl u E. 8 Enero 1914), en la producción total de estas cuencas.

	Rhin	Saar	Alta Silesia
1900.....	0.29 %	84.42 %	21.32 %
1910.....	2.29 %	75.10 %	17.82 %

Desde 1881 a 1885 la producción de las minas del Estado alcanzó a 17.62 % del total de la producción de Alemania. Desde 1906 a 1910 el porcentaje se elevó a 13.71 %.

En 1911 era de 13.77 %.

La cantidad total producida por las minas del Estado pasó de 1881 a 1911 de 8 535 000 toneladas a 22 134 000 toneladas. La propiedad particular pasaba en la misma fecha de 40 153 000 toneladas a 138 613 000 toneladas aumentando así de 82.47 % del total a 86.23 % del mismo.

Los ferrocarriles solicitan de estas cuencas 3 400 000 toneladas de la Alta Silesia, pero las minas del Estado le entregan en realidad una tonelada por cada seis que necesitan; en la cuenca de Westfalia compran 5 670 000 toneladas, pero las entregas de las minas fiscales no pasan de 105 000 toneladas, o sea 8% de su extracción. De la cuenca del Saar no obtienen sino

550 000 toneladas o sea 5% de su producción. En total, pues, los ferrocarriles quedan tributarios del mercado en general por 83% de sus necesidades (cifras para 1911 citadas por Greard).

Las cifras de la producción de estas minas desde 1899 a 1909 son interesantes de conocer, así como sus utilidades según los libros oficiales i los damos en seguida tomados de la obra citada de Greard:

	Año 1899	Año 1909
Derster Obernkirchen.	594 871 tons 1 044 438 M. Prod. neto	677 771 tons. 799 386 M. Prod. neto
Alta Silesia.....	5 220 289 tons. 11 518 556 M. Prod. neto	6 025 141 tons. 7 548 402 M. Prod. neto
Westfalia.....	129 531 tons. 362 936 M. Prod. neto	2 065 755 tons. 6 355 113 M. Prod. neto
Saar.....	9 169 920 tons. 15 945 316 M. Prod. neto	10 940 307 tons. 6 497 273 M. Prod. neto

La producción de hulla por distritos en 1913 es la siguiente:

Distrito	N. de las explotaciones.	Operarios asegurados	Salarios en 1 000 de Marcos.	Cantidad de carbon vendible tons.
1 Rin Westfalia.....	221	387 637	728 250	114 486 747
2 Aquisgran.....	0	13 762	22 824	3 264 708
3 Saar, Lorena i Baden.....	20	71 596	108 541	17 013 014
4 Wealden.....	4	4 372	5 507	922 009
5 Turingia, Sajonia, Stockheim	24	26 011	37 978	5 460 059
6 Baja Silesia.....	15	27 290	33 981	5 527 859
7 Alta Silesia.....	57	123 349	157 922	43 434 944
	350	654 017	1 094 703	190 109 440

Distribución del consumo (mismos distritos según el N. de orden):

	Consumo de las minas	Entrega a las Cías. mineras para otros usos	De venta.	Total	Valor en 1 000 Marcos.
1	5 424 580	39 532 765	68 388 678	114 495 483	1 304 896
2	154 299	1 622 227	1 437 166	3 251 500	39 862
3	824 784	921 195	15 007 816	17 000 591	404 690
4	54 318	157 512	702 725	921 996	10 862
5	439 041	195 635	4 675 553	5 349 607	72 310
6	462 541	1 272 441	3 641 852	5 539 792	58 039
7	2 710 941	4 558 126	35 833 698	43 628 536	395 973
N.	10 079 504	48 259 901	126 737 508	190 187 505 2	136 632

Valor medio de 1 tonelada, Marcos:

1.....	11.83
2.....	12.22
3.....	12.04
4.....	11.78
5.....	13.47
6.....	10.47
7.....	9.08

11.24

El consumo de los trabajadores i empleados que fué de 2 110 592 toneladas no ha sido agregado en detalle en el cuadro por distritos.

#### SALARIOS I CONDICION DE LOS TRABAJADORES

El salario del personal ocupado en las minas de carbon de los principales distritos ha sido en conjunto para todos i para los mineros principalmente tales como sigue (Stahl u Eisen 1912):

Distrito de Dortmund:

	Personal total	Mineros
1886.....	2.58 Marcos	2.92 Marcos
1911.....	4.69 »	5.55 »

Distrito de Alta Silesia:

1886.....	1.81 Marcos	1.87 Marcos
1911.....	3.48 »	3.98 »

El salario anual de los trabajadores en conjunto en 1911, descontando las retenciones para Caja de Seguros, etc., fué de 1 446 Marcos en el distrito

de Dortmund i 1 053 en la Alta Silesia. Comparados con los sueldos de 1888 estos eran de 863 Marcos i 516 respectivamente.

El promedio de los distintos gastos por los diferentes ramos de los seguros fué de 204 por obrero en el distrito del Ruhr.

Comparando estas cifras con los sueldos de los mineros de Inglaterra, el Dr. Helfferich, en su «Prosperidad de Alemania», llega a las siguientes conclusiones:

Salario medio en 1900 para el minero ingles	=1 732 Marcos
» » » » » » » aleman (Ruhr)	=1 332 »
» en 1912 para el minero ingles	=1 662 »
» » » » » » aleman	=1 586 »

Agregando a estas cifras las primas que se tiene que pagar en cada pais por el seguro obrero, hai que aumentar el sueldo del obrero ingles de 20 Marcos i el del aleman en 204, resultando entónces un jornal medio de 1 642 Marcos para el obrero ingles, i 1 790 Marcos para el aleman. La diferencia es en favor del trabajador aleman i sube a 148 Marcos en 1912. Miétras tanto en 1900 era en favor del obrero ingles por la suma de 278 Marcos.

En 1910 las sumas pagadas para el seguro obrero llegaron en el distrito de Dortmund a 69 591 795 Marcos, las Compañías pagaron 42 034 850 i los trabajadores 27 556 945 Marcos. El costo total representa 15.05 Marcos por cada 100 Marcos de salario i por cada tonelada de carbon estraida sube a 80 pfenigs.

Si se piensa que el término medio de los dividendos que repartieron las Compañías de Westfalia en una serie de años fué de 1.33 Marco por tonelada, no puede ménos de considerarse como mui elevada la suma que se destina para el seguro obrero. Comparado el salario anteriormente citado con el que ganan ocupados en las fundiciones de hierro i acero resulta para 1911, segun la estadística de Rin-Westfalia, igual a 1 598 Marcos, o sea casi igual al salario de los mineros en 1912.

#### LEJISLACION OBRERA

En Alemania desde 1884 existe el reconocimiento del riesgo profesional i el seguro obligatorio. La lei de seguros contra accidentes comprende mas de 23 000 000 de personas que trabajan en todas las faenas, agricultura, minas, industrias, navegacion, empleados con ménos de 5 000 Marcos de sueldo, etc.

En los casos de invalidez absoluta corresponde al asegurado los  $\frac{2}{3}$  del salario normal. Los gastos en 1911 pasan de 204 millones de marcos.

Ademas de esta lei existen otras que reglamentan el seguro contra las

enfermedades de los asalariados que ganan ménos de 2 000 Marcos. Esta lei contaba con mas de 18 000 000 de asegurados en 1912 i cobraba al año alrededor de 380 millones de Marcos, siendo los gastos en 1910 de 350 millones. El capital que tenian reunido era de 296 millones ese mismo año.

Por último, existe otro seguro contra la invalidez i la vejez aprobado por lei de 1889. La entrada por este capítulo de las Cajas correspondientes subieron en 1910 a 254 millones de Marcos i los gastos a 166. El capital reunido subió a 88 millones.

El capital total de todas las Compañías de seguros llegaba en 1911 a 1 662 millones de Marcos.

En 1911 se aprobó, por fin, una lei estableciendo el seguro para las viudas i huérfanos en forma de renta para las personas inválidas o de socorro durante un cierto tiempo.

#### PRECIO DE LA HULLA PARA COKE I DEL COKE EN WESTFALIA

Segun el Stahl u Eisen, 11 Abril, 1912.

		Hulla	Coke
1888	Marcos por tons.	4.60—5.30	8.40—9.75
1890	» » »	6.50—12.50	12 — 24
1895	» » »	6.50	11
1900	» » »	8.75—10.75	18.50—22
1905	» » »	9.75	15
1910	» » »	10.75—11.60	14 — 15.50
1912	» » »	11.60	15.50

#### LISTA DE PRECIOS DE OTRAS CALIDADES, CITADAS POR GREARD, EN MARCOS:

	Carbones gruesos			Carbones para gas			Carbones de llama larga		
	Silesia	Westf.	Saar	Silesia	Westf.	Saar	Silesia	Westf.	Saar
1895	7.50	7.50	9.00	9.25	10	13.75	6.80	7.75	9.00
1899	9	9	10.35	10.45	10.5	14.45	8.10	8.75	9.00
1901	10.5	10	12	12.4	11.5	16.8	9.5	9.75	11.8
1904	9.4	9	11.00	12	11.5	16.5	9	9	11.10
1907	11.8	11	12.10	13.75	13	17.20	11.4	11	12.20
1910	11.65	10.5	11.80	13.55	12.50	16.70	11.20	10.50	12.20



## CAPITALES INVERTIDOS EN LA INDUSTRIA I UTILIDADES

Segun cálculos del Dr. Jungst, citado por Greard, en su obra «L'exploitation des mines par l'Etat», el capital por tonelada en las minas privadas de Westfalia es de 17.35 Marcos, en término medio. De manera que para una produccion de 87 millones de toneladas (1910) este capital representaria una suma de 1.5 millares de Marcos. En las minas del Estado este capital seria de 29 Marcos, pero como la produccion era en 1909 de 2 millones de toneladas no altera mucho el resultado. Es de observar que cuando se empezaron los trabajos se previeron solamente 7.50 Marcos como gastos de instalacion.

El capital invertido en las explotaciones fiscales de Saarbruck es de 8 a 10 Marcos. Para 10 millones de toneladas en 1910, puede contarse 100 millones de Marcos.

No tenemos datos para la Alta Silesia, pero computando en una suma equivalente al costo de la Westfalia, aunque algo mas baja, digamos 15 Marcos, tendríamos sobre 40 millones de toneladas 600 millones. Todo lo cual daria un capital de instalacion de 2.2 millares de Marcos. En el inventario de la riqueza nacional las minas están avaluadas entre 5 a 6 mil millones de Marcos, de lo cual debe corresponder por lo ménos 4 a las de carbon. Tendríamos de este modo que, como ocurre en Inglaterra, el valor de las instalaciones es mas o ménos igual al valor que se atribuye al sub-suelo minero, puesto que la regalía equivale, en ese pais, a otro tanto de la utilidad de las Compañías explotadoras. Esta es una manera de calcular el valor real de las minas solamente aproximada, puesto que en la jeneralidad de los casos la duracion del carbon superará considerablemente la duracion de las instalaciones. Pero por otra parte, las calidades de las materias primas, los costos de estraccion, etc. de las capas situadas a mayor profundidad hacen de mui difícil estimacion las reservas que no van a tocarse sino en un futuro remoto. Su valor puede ser, pues, eliminado sin errores mui grandes.

Las utilidades de la cuenca de Westfalia segun el Dr. Jungst citado, serian de 1.33 Marcos por tonelada. En el distrito del Saar de 1900 a 1909 se elevaron a 1 Marco. En las minas fiscales de la cuenca del Rin en Westfalia las utilidades oscilaron entre 1.19 i 0.99 en la misma época.

Hai ciertas Compañías hulleras que han tenido gran éxito.

Los dividendos de la Harpen han sido de 7% a 11.8 %; los de la Hibernia de 8 a 14.10; los de Consolidation de 20 a 28.33%.

Gelsenkirchen distribuyó en 1911 un dividendo de 10%.

## EL SINDICATO DE LA HULLA

Hemos ya hecho referencia a esta institucion que es un cartel para estabilizar el precio de la hulla i evitar las crisis periódicas tan fatales para la industria.

El sindicato que reúne a casi todos los productores de Westfalia percibe una cuota variable sobre el valor de cada tonelada que a veces ha llegado hasta 10% en 1912 para luchar contra la competencia. Se ha formado así un fondo de reserva de mas de 60 millones de Marcos, que es como un verdadero fondo de guerra, segun la espresion de Greard, para conquistar los mercados extranjeros i apoyar los esfuerzos paralelos de la metalurgia, efectuando devoluciones (ristournes) proporcionales al tonelaje empleado en la fabricacion de los lingotes o del acero destinado a la *esportacion*.

Las primas de esportacion que el sindicato ha pagado para las hullas que dan el coke han llegado a 1.50 Marcos por tonelada i hasta 2.10 Marcos para el coke i comprenden un tonelaje igual al 30% de las ventas. De este modo los precios indicados en la lista citada por Greard son susceptibles de disminucion entre 45 i 70 pfenigs por tonelada.

El sindicato de la hulla de Rin-Westfalia comprende a todos los grandes productores i les asegura una cuota para la venta de hulla, coke, lingote i para el consumo de los productores que son al mismo tiempo Compañías fundidoras. Copiamos de la revista Stahl u Eisen de 8 de Enero de 1914, las cuotas asignadas a las principales Compañías para 1914. (Estas cuotas no han sido realmente producidas).

Nombre de las Cías.	Cuota para la venta t.		Cuota para el consumo tons.	
	Hulla	Coke	Briqueta	
Cía. Arenberg.....	2 243 300	687 250		
» Bochum B. G.....	693 400	4 000	154 100	785 100
» Concordia.....	1 526 400	471 400		
» Consolidation.....	1 951 800	515 400		
» Constantino el Grande.....	2 762 800	978 000	223 250	
» Dahlbusch.....	1 210 000	183 000		
» Deutscher Kaiser....	1 650 000	12 000		2 698 000
» Deutsch Luxembur...	3 635 000	853 000	638 350	2 002 700
» E. u. St Hoesch.....	550 000	120 000		897 100
» Essener Steink.....	2 325 000		811 000	
» Ewald.....	2 449 000	290 000	54 450	
» Fried Krupp.....	775 000			2 965 000
» Fried der Grossell....	1 189 000	406 500		

Cfa. Gelsenkirchen.....	9 995 700	1 726 000	216 600	802 000
» Georgs Marien.....	600 000	100 000		465 700
» Graf Bismark.....	2 326 000			
» Gutehoffnungshutte..	2 116 000	40 000	216 000	1 620 100
» Harpen.....	7 788 000	1 750 000	417 620	
» Elene u Amalie.....	1 015 000	357 800	72 000	
» Hibernia.....	5 813 000	1 202 800	54 450	
» Koln Neuessen.....	1 971 800	533 540		
» Konig Ludwig.....	1 434 300	593 050		
» Konig Wilhelm.....	1 138 100	510 867		
» Koenigin Elisabeth....	1 300 300	305 200	216 000	
» Konigsborn.....	1 124 800	443 000		
» Lothringen St K. B...	1 124 800	445 000		
» Lothringen Aumetz Fried.....	955 300	331 940	72 000	1 031 300
» Mulheimer.....	1 380 000	8 100		1 448 200
» Minister Achenbach...	600 000			
» Phoenix.....	3 190 000	642 640	71 280	2 450 700
» V. V. Haniel.....	6 600 200	1 588 000		
» V. V. Stinnes.....	3 818 900	659 275		
» Rheinische St. W.....	515 000	100 000	72 000	1 090 000
<b>Total, con los menores productores.....</b>	<b>88 583 200</b>	<b>17 717 350</b>	<b>4 849 960</b>	<b>18 845 700</b>

## RENDIMIENTO POR OPERARIO

Segun las estadísticas el rendimiento anual por el conjunto de obreros ocupados en Westfalia seria:

218 tons.	para las Sociedades que producen	ménos de 150 000 tons.
219 »	»	» 150 000 a 300 000 »
255 »	»	» 300 000 a 600 000 »
266 »	»	» 600 000 a 1 000 000
260 »	»	» mas de 1 000 000

En 1900 la produccion por obrero del personal total era en Saarbruck de 795. En 1910 era de 745. En Westfalia bajó de 851 Klg. a 833. Por cada minero ocupado en el interior es de 908 kilos en Sarre, contra 1 101 kilos en Westfalia, lo cual proviene de las exigencias del público que pide el carbon lavado.

El número total de operarios en la Westfalia debe haber sido de unos 100 000 en 1910.

En toda la industria carbonífera (hulla i lignito) de Prusia se ocuparon en 1906 372 000 operarios.

El déficit que está indicado en las minas de Westfalia proviene de que esas minas se están preparando para una producción mayor i el dinero que se invierte en nuevas instalaciones figura como déficit. Ha habido que lamentar el anegamiento de uno de los piques principales, lo que ha originado grandes gastos. El total de la superficie de las concesiones fiscales en Westfalia es de 73 374 hectáreas. La producción llegó en 1911-1912 a 1 953 540 toneladas de hulla i 581 000 de coke; se espera llegar a 7 millones cuando los trabajos de instalación actuales estén terminados. El Estado adquirió la tercera parte de las acciones de la sociedad Hibernia, por valor de 22 millones en total. Tomando en cuenta este desembolso lleva gastados en esta cuenca 198 millones de Marcos hasta 1912. Según De Launay la explotación en el año 1913 habria llegado a cerca de 5 millones de toneladas que representan 4.3% del total de la cuenca.

Los productos netos que figuran en estas columnas son el dinero líquido producido por las minas despues de desfalcar las inversiones efectuadas en nuevas instalaciones que van a aumentar el capital de las minas. Las cifras detalladas que van a continuación para las cuencas principales de Alta Silesia i Saar, de las minas fiscales, dan mejor una idea de las verdaderas utilidades de las explotaciones i de la utilidad por tonelada explotada:

## CUENCA DE ALTA SILESIA

Años	Producto neto según libros M.	Gasto de instalación	Total	Utilidades por tonelada
1900.....	13 122 280	1 209 700	14 331 980	2.71 Marcos
1903.....	8 147 799	2 260 100	10 407 899	2.04 »
1905.....	7 452 909	5 992 300	13 445 209	2.43 »
1909.....	7 548 402	6 131 500	13 679 902	2.27 »

## CUENCA DEL SAAR

1900.....	25 436 527	1 419 800	26 850 327	2.86 Marcos
1903.....	14 682 111	2 183 400	16 865 511	1.66 »
1905.....	16 979 712	3 366 000	20 345 712	1.89 »
1909.....	6 497 273	6 451 200	12 948 473	1.18 »

Los gastos por tonelada en esta cuenca (Saar) se descomponen así, en Marcos:

	Salarios	Materiales	Seguros sociales i asistencia	Impuestos	Trabajos de instalación
1900....	4.72	1.65	0.44	0.12	0.14
1904....	4.91	1.59	0.51	0.15	0.29
1909....	5.52	2.11	0.74	0.19	0.63

	Precio de costo total	Precio de venta medio
1900.....	7.94	10.70
1904.....	8.58	10.19
1909.....	10.39	10.98

#### TRASPORTE DE LOS CARBONES

Hemos visto que Alemania ha llegado a duplicar la esportacion de los carbones en 12 años, de 1900 a 1912. Para un país que no tiene las hulleras en la costa sino a centenares de kilómetros del mar, el hecho de movilizar por tierra i por via fluvial cerca de 50 millones de toneladas al año de una materia tan barata indica que estos servicios deben ser estraordinariamente perfectos.

I este es el hecho. El país posee una red de rios navegables i de canales que unen estos rios entre sí que se ha ido completando incesantemente. Los ferrocarriles por otra parte se han estendido por todos los ámbitos del país i cuentan con instalaciones incomparables para su carga i descarga. Cualquiera que haya visitado las estaciones modernas de Alemania i las haya comparado con las de otros países, no podrá haber dejado de pensar que existe una gran diferencia en el concepto del futuro desarrollo del tráfico, entre los ingenieros i arquitectos que han ideado esas construcciones en una i otra parte.

En 1905 el largo total de las vias navegables alemanas era de 14 200 kilómetros; 9 300 eran rios navegables, 2 350 rios canalizados i 3 350 canales. Sobre este sistema circulan tantas mercaderías como por los ferrocarriles. En los últimos treinta años este país ha gastado 1 200 millones en mejorar la navegacion. Mas de 11 millones de toneladas se trasportan por la via de agua (Nogaro, Evol. du Commerce et des Transports).

#### LA ARTERIA DEL RIN

Desde 1879 el Congreso de Prusia aprobó su programa de regularizacion del Rin para obtener una profundidad de tres metros entre Colonia i Holanda i 2.50 i 2 metros en la parte superior del rio. Es de advertir que el Elba i el Oder no cuentan con mas de un metro. El trabajo costó cerca de 22 millones de Marcos. Hoi dia desde Estrasburgo a Rotterdam, sobre una estension de 700 klm., existe un tráfico de una intensidad superior a la de cualquiera otra parte del mundo, como lo veremos por la estadística mas adelante. La prolongacion de la canalizacion hasta Basilea, en Suiza, se prosigue i de este modo se unirá la comunicacion con el lago Constanza i demas territorios suizos. La cuenca del Ródano quedará también unida con el mar del norte de este mcdo. Las antiguas balandras de 300 a 600 toneladas han

sido reemplazadas por buques de acero de 1 000 a 1 200 toneladas i existen aun buques para llevar minerales que tienen 100 m. de largo de 2 000 toneladas. (El Mannheim, el Johann Christian, etc.)

Mas recientemente se han construido algunos de 3 000 toneladas.

Existe tambien un tipo de vaporcitos rápidos (Seedampfer) que salen a navegar al mar i van a Inglaterra, Suecia, Noruega, aun a Italia, para llevar la carga valiosa i liviana.

Por último, hai lanchones especiales para el trasporte del carbon del tipo llamado en Francia «Alléges Marines» de 500 a 1 000 toneladas que se remolcan i se hacen llegar a los costados del vapor. Estos remolques pueden efectuarse en plena mar i se espera poder trasportar minerales suecos sin trasbordo en Rotterdam hasta los puertos interiores del Rin como Rheinhafen, Alsum, Ruhrort, etc. En el Rin se pueden distinguir tres grupos de puertos, en centros jeográficos distintos i que llenan funciones diversas. Los puertos industriales como Ruhrort-Duisburgo; los puertos urbanos o comerciales de Dusseldorf, Colonia, Francfort; los puertos semi-comerciales industriales de Manheim-Ludwigshafen i los del Alto Rin.

Para apreciar la dimension de los puertos nuevos interiores creados por las ciudades alemanas basta comparar la estension de las dársenas de Duisburgo-Ruhrort que tenian en 1900 113 hectáreas, o sea dos veces la capacidad de Amberes en esa fecha (64). La superficie de Manheim Ludwigshafen (278 h.) podria cubrir dos veces a Rotterdam (123) i deja mu- lejos a Marsella, 150 h.) (V. Paul Leon, Fleuves Canaux, Chemins de fer)<sup>i</sup> Este puerto moviliza las hullas que salen de Ruhrort con destino a Alemania. En 1901 dirigió a la Alemania central 2 284 000 toneladas.

En 1898 a 1899 el tonelaje de los diferentes puertos fluviales del Rin era de 28 millones de toneladas, 20 790 000 de subida i 7 459 000 de bajada. De 59 millones de toneladas de carbon que producian las hulleras de Westfalia de 7 a 8 se embarcaban en Duisburgo o Ruhrort. En 1911 el tráfico de Ruhrort sólo sobrepasó esa cifra, pues llegó a 30 069 000 toneladas i 33 968 000 en 1912. La última dársena construida en 1908 costó 22 millones de Marcos. Este tráfico supera al de todos los puertos del mundo.

Las cifras del tráfico de los puertos principales que llegan cerca de 1 000 000 de toneladas son, segun Cambon, en 1912:

Estrasburgo.....	1 669 000 tons.
Carlsruhe.....	1 295 000 »
Rheinau.....	} 9 550 000 »
Mannheim.....	
Ludwigshafen.....	
Neuss.....	
Maguncia.....	} 2 668 000 »
Gustavburgo.....	
Dusseldorf.....	1 791 000 »
Ruhrort.....	33 968 000 »

El número de los remolcadores es de 1 671, las balandras de madera son 2 547 con capacidad de 150 toneladas. Los buques de acero 8 410 con tonelaje medio de 850 toneladas.

El precio del transporte por embarcacion completa entre Ruhrort i Mannheim, 280 Kms., es de 0.93 Marcos por tonelada. Entre Ruhrort i Rotterdam es de 1.20 Marcos. Entre Rotterdam i Mannheim 600 Kms. 1 florin 70, correspondiendo a 3.90 frs. Todos los armadores están sindicados i las primas se fijan en la Bolsa naviera de Duisburgo. El puerto de Ruhrort es mui antiguo i está unido a Duisburgo, que queda al Sur, por un canal entre el Ruhr i el Rin, ejecutado entre 1828 i 1832. Este canal se ha ido trasformando poco a poco en una verdadera dársena. Cada puerto tiene su especialidad: Ruhrort moviliza exclusivamente la hulla i los minerales, con sus satélites próximos Homberg i Alsunn al Norte i Hochfeld i Rheinhausen al Sur, miéntras tanto Duisburgo recibe tambien provisiones para alimentar a la poblacion de Westfalia. En 1901 Ruhrort sólo, movilizó 2 244 000 toneladas de hulla para Bélgica i Holanda i 6 233 000 para Alemania.

El tráfico de ámbos era de 3 millones de toneladas en 1880. Pasó a 14 millones en 1900 i ha llegado a cerca de 34 millones en 1912. Los dos puertos han llegado a juntarse; en 1900 se construian seis dársenas mas que doblaban su anterior capacidad. La utilería de sus instalaciones mecánicas es capaz de hacer hoi en cinco minutos i por 25 pfenigs lo que ántes se hacia en cien minutos i costaba 2 marcos. Hai volcadores de carros completos de 40 toneladas que pueden volcar 1 800 toneladas por dia.

I, lo que es mas sorprendente aun, todas estas instalaciones han sido ejecutadas con los fondos percibidos como derechos de puerto. Desde 1860 ha habido un excedente de entradas que ha permitido consagrar mas de 13 millones de marcos al primer ensanche de las obras i los 22 millones gastados últimamente tienen el mismo oríjen. Por su parte Duisburgo tambien ha invertido 12 millones en el primer puerto i consagró 15 millones mas ulteriormente para construir nuevas dársenas. Al lado de estos puertos del tipo industrial hai otros que son mas bien comerciales, pero con tendencia a trasformarse en industriales. Estrasburgo, Kehl, Carlsruhe, Francfort, Colonia, son de este tipo.

La competencia que hace la via fluvial del Rin a los ferrocarriles que parten de Jénova para proveer a la Suiza, a Berna por ejemplo, puede ponerse de manifiesto con el costo de los trasportes de una tonelada de cereales que es de 25.10 frs. de Jénova a Berna por F.C. i de 21.80 de Rotterdam a Berna (La Suisse au XX siècle. Pierre Clerget páj. 212).

En estas condiciones estas vias férreas internacionales deben contentarse con el tráfico de pasajeros. En el movimiento total del puerto de Jénova sólo 5 % corresponde al tráfico internacional.

Del libro de Paul Leon tomamos una curiosa indicacion que ese autor

leyó en grandes caracteres en la esposicion industrial de Dusseldorf en 1902, referente a la importancia de la Westfalia en el reino de Prusia, decía así:

Superficie.....	52 820 Km. cuad.	15 % del reino
Poblacion.....	9 955 411 hab.	29
Tráfico de mercaderías.....	97 415 755 tons.	45
Carreteles de Filatura.....	2 070 949 »	83
Consumo de hulla.....	72 187 830 »	71
» » minerales.....	2 967 743 »	76
Produccion de lingote.....	4 706 300 »	81
» » acero.....	3 647 780 »	86
Puertos de Ruhrort - Duisburgo Hochfeld.....	11 546 993 »	

I el autor frances concluye con estas palabras:

«Si en efecto Ruhrort ha pasado a ser el primer puerto interior del mundo, es porque las provincias renanas han visto afluir hácia ellas toda la vida de la monarquía prusiana, porque una poblacion igual a la cuarta parte de la nuestra se estrecha dentro de un territorio diez veces menor que el de Francia, donde se estrae doble cantidad de carbon que de todas nuestras minas, i donde se funde mas hierro i acero que en todas nuestras usinas reunidas».

Para poner al día algunas de estas cifras diremos que en 1912 el tráfico llegó a 142 millones de toneladas. La produccion de lingote a 8 209 187 toneladas en 1913 i 7 605 038 en 1912 i la produccion de acero en 1913 a 10 millones 120 932 toneladas.

No puede existir una demostracion mas convincente de la importancia que toma en la vida actual de los pueblos el desarrollo de la industria de la hulla. Ella forma el núcleo que atrae dentro de su órbita todas las demas actividades humanas i modifica no sólo las tendencias de una raza, sino que estiende su influencia hasta los pueblos vecinos i aun podríamos decir con mas exactitud, lleva el sello de su riqueza, de su iniciativa, de su fuerza, a los mas lejanos confines de la tierra.

#### LOS CANALES NAVEGABLES

Ademas de esta via admirable del Rin, la Alemania como hemos dicho, ha estado completando su antigua red de comunicaciones fluviales por canales transversales que ponen en comunicacion un rio con otro. Así Berlin comunica con el Oder por un canal i por el rio Sarre con el Elba. Un proyecto en ejecucion comunicará a Berlin con Sttetin i Leipzig con el Elba hasta Torgau (55 Kms.) Desde este punto tambien se piensa prolongar el



canal hasta Berlin. Todo el mundo conoce la gran obra del canal de Kiel, que tiene de largo 61 millas mar., 22 metros de ancho en el piso i 67 metros en el plano del agua. Su costo ántes del ensanche fué de 156 millones de marcos i se gastaron posteriormente 223 millones mas. Se le dió entónces 44 metros de ancho en el piso i 103 metros en la parte superior del plano del agua. La profundidad es de 9 metros. Este trabajo se ejecutó sin interrumpir la navegacion, construyendo nuevas esclusas que admiten vapores de 330 metros de largo, 45 de ancho i 14 metros de profundidad.

En 1912 atravesaron el canal 26 000 vapores i 19 000 veleros con un tonelaje reunido de mas de 10 millones de toneladas.

Pero son ménos conocidos dos canales de grande importancia para el transporte de los carbones de Westfalia i de los minerales que vienen del extranjero a sus usinas. El primero es el de Emden a Dortmund, con el cual se esperaba derivar una gran parte del tráfico del Rin que sale por Holanda, a un puerto aleman como Emden, sobre el mar del Norte. Efectivamente en 1912 unos 14 millones de toneladas han tomado esa direccion, pero este trabajo no ha resultado suficiente i bastante eficaz para ese objeto.

Ha sido preciso ejecutar otra obra suplementaria, cortando con un canal trasversal de Este a Oeste toda la rejion hullera en la parte donde hai mas tráfico i aglomeracion de usinas. El canal del Rin a Herne unirá a Ruhrort con el canal de Dortmund a Emden en Herne. Este canal tiene 38 Kms. de lonjitud i 7 esclusas para ganar la diferencia de 34 metros que existe entre sus puntos terminales. El canal pasa por Warme, Gelsenkirchen, Essen, Oberhausen i Ruhrort.

El canal tiene 15 metros de ancho en el piso i 35 en el plano del agua, su profundidad es de 3.50 metros. Los lanchones que pueden cruzarlo tendrán 80 metros de largo, 9 de ancho i 2.50 de calado. El Estado se ha reservado el servicio de remolcadores de vapor. El tráfico de este canal será inmenso; se cuenta con 20 puertos nuevos en sus orillas. Las dársenas de la ciudad de Gelsenkirchen (3 de 6 hec. c/u.) le costarán de 6 a 7 millones de Marcos. Las hulleras de Hibernia, Constantino, Asociacion de Bochum, Graf Bismark, etc., tendrán cada una su puerto respectivo. En el puerto de Emden, la Compañía Hamburg Amerika i Norddeutscher Lloyd han efectuado grandes instalaciones en prevision del gran aumento del tráfico que este canal dará al movimiento del puerto.

#### COSTO DE LOS TRASPORTES

Terminaremos estas indicaciones jenerales con un breve análisis de las condiciones económicas en Alemania. Segun un artículo de una revista técnica alemana, ciçado por Paul Leon en su libro, en 1900 todavía se estimaba en Alemania, que a pesar de los grandes sacrificios hechos para mejorar las

vias de comunicacion, los gastos de trasportes aumentaban en 30 % los precios de costo de la produccion nacional. En Inglaterra miéntras tanto, pais mas estrecho i vecino de las costas, esta proporcion solo era de 15 %.

En Alemania el precio medio del trasporte por riel es de 0.044 frs. i el precio de la via fluvial es sólo de 0.008 frs. por tonelada kilométrica.

Como hemos visto anteriormente estos precios no son los mas bajos, pues en Estados Unidos se llega por riel hasta 0.0085 i por la via de agua a 0.0042, en francos tambien. Esto se debe a las grandes distancias que hai que recorrer en ese pais, a la competencia i a la intensidad del tráfico que proporciona carga de retorno. En el canal Erie el flete equivale a 0.006 frs. i con los trabajos del nuevo canal se supone que será sólo de 0.002. Segun el autor citado, en Francia como cifras comparativas se tendria para la via férrea 0.0468 i por la via fluvial 0.015, habiendo trasportes que se hacen por 1 céntimo i hasta por 8 milésimos.

Pero la esplotacion de estos sistemas de vias de agua es mui distinta en Estados Unidos i Francia por ejemplo. En el primer pais los vaporcitos recorren 60 Kms. diarios i 11 000 al año, miéntras tanto en Francia sólo recorren 20 i al año 2 600.

Del exámen comparativo de los costos de instalacion i esplotacion de un canal i una via férrea en Francia que copiamos, citado por Paul Leon, se deduce que el tráfico por el agua puede hacerse en mucho mas económicas condiciones. Como las cifras no deben diferir mucho para Alemania creemos oportuno indicarlas:

	Canal	Via férrea
Gastos de construccion por Km..	253 400 frs.	379 000
» de conservacion i adm. por Km.....	1 700	6 250
Precio de los vehículos para 300 toneladas de carga.....	12 500	100 000
Energía necesaria para el tras- porte de esta carga a 100 Km.....	100 a 200 HP Hora 650 a 700 C, Hora	
Velocidad de marcha correspon- diente a esta potencia.....	2 Kms. 700 m.	30 Kms.
Número de Kms. recorrido por vehículo i por año.....	2 500	15 600
Número de horas de marcha efectuadas por año.....	920	520

La encuesta proseguida en Francia con motivo de la prosperidad del comercio aleman, sobre la red de canales franceses, ha demostrado que desde 1848 este pais ha gastado unos 700 millones de francos en estas vias de

comercio i que, tomando en cuenta los capitales gastados por el Estado en la construccion de los ferrocarriles franceses concedidos a Compañías particulares, por cada tonelada trasportada en uno u otro sistema la subvencion del Estado es mas o ménos igual (33 céntimos para la via navegable i 29 para los ferrocarriles). Por lo tanto puede decirse que la prosperidad de la navegacion se debe puramente a su simplicidad i a su economía. Esta es cuestion que está probada en todos los paises, aun en aquéllos donde los ferrocarriles son mas baratos. Así; pues, no es estraño que la Alemania se haya adelantado a impulsar este medio de trasporte tan luego como ha visto que el tráfico sobrepasaba un límite dado. Con poco tráfico la via terrestre ofrece la gran ventaja de la celeridad i en ese período de desarrollo las vias fluviales alemanas estuvieron en crisis, ésta duró muchos años hasta que el incremento del tráfico les hizo otra vez ganar, si no la preponderancia, por lo ménos una situacion próspera.

En el último período de doce años corridos es evidente que Alemania ha hecho muchos progresos en el sentido de abaratar sus trasportes con los nuevos canales creados, de manera que esa diferencia tan grande con Inglaterra, que enunciaba el artículo del *Zeitschrif fur Binnenschiffahrt* de 1900, habria casi desaparecido. Esta es la esplicacion mas natural del inmenso incremento del comercio exterior aleman durante los últimos años. Agréguese a esto la gran produccion favorecida por los sistemas de organizacion del trabajo i de las ventas i se comprenderán las causas mas importantes de este progreso.

#### DESARROLLO ECONÓMICO DE ALEMANIA EN LOS ÚLTIMOS TIEMPOS

El opúsculo sobre la prosperidad de Alemania del Dr. Helfferich, Director del *Deusche Bank*, hoi Ministro de Hacienda, nos servirá de guia para sintetizar la situacion. Sus cifras son tan estraordinarias que en los paises en guerra con Alemania se han publicado artículos para presentar este trabajo como un producto de la fantasia de su autor. Nosotros que hemos visitado Alemania i conocemos sus industrias le damos entero crédito.

Citaremos particularmente las cifras del comercio exterior en el período de 1887 i 1912 i las de otros paises industriales así como el desarrollo de la Marina mercante. Estos aumentos están íntimamente ligados con la explotacion de las minas de carbon cuyo desarrollo ha sido paralelo como se ha visto.

## COMERCIO EXTERIOR DE ALEMANIA

	Importacion en millones de Marcos				Esportacion			
	1887	%	1912	%	1887	%	1912	%
Materias primas para fines in- dustriales i pro- ductos semi- elaborados.....	1 310.3	42.1	5 882.6	55	585.2	18.7	2 370.6	26.5
Productos elabo- rados .....	833	26.8	1 608.2	15	2 051.8	65.4	5 787.5	64.6
Viveres i produc- tos alimentici- os.....	965.7	31.1	2 944.6	27.6				
Ganado.....			256	2.4	499.9	15.9	789.8	8.8
Total.....	3 109		10 691.4		3 136.9		8 956.8	
Metales preciosos.	77.4		325.7		56.1		142.7	

## COMERCIO EXTERIOR DE DIFERENTES PAISES (EN MILLONES DE MÁRCOS)

Pais	Importacion			Esportacion			Comercio Total		
	1887	1912	Aumento %	1887	1912	Aumento %	1887	1912	Aumento %
Union Adua- nera Ale- mana.....	1 309	10 691.4	243.8	3 136.9	8 956.8	185.4	6 245.9	19 648.2	244.7
Gran Breta- ña e Irlanda	6 187.8	12 914.4	108.7	4 533.7	9 943.7	119.3	10 721.5	22 858.1	113.1
Estados Uni- dos.....	2 870.4	6 800.9	136.9	2 952.7	9 115.3	208.6	5 823.1	15 916.2	173.3
Francia.....	3 261.1	6 360.7	95	2 629.7	5 309.1	101.8	5 890.8	11 669.8	98.1

## FLOTA DE LA MARINA MERCANTE

	Núm.	1888		Núm.	1913	
		Tonelaje neto	Tripulacion		Tonelaje neto	Tripulacion
Barcos de Vela.....	3 034	758.359	21 023	2 420	396 904	12 980
Gabarras.....	60	11 459	167	332	101 324	1 053
Vapores.....	717	470 364	15 856	2098	2 655 496	63 713
<b>TOTAL.....</b>	<b>3 811</b>	<b>1 240 182</b>	<b>37 076</b>	<b>4 850</b>	<b>3 153 724</b>	<b>77 746</b>

El tonelaje neto se obtiene deduciendo entre 30 i 40 % del tonelaje bruto, jeneralmente 33 %.

El valor de esta flota estimado por Delbrück es de 4 millares de Márcos en 1907. El total de fletes ganados por esta marina mercante se estimaba ántes de la guerra en 15 millones de libras (Von Benhardi, Alemania i la guerra futura).

## AUMENTO DE LA RIQUEZA NACIONAL

Segun el método empleado para calcular se llega a 2 88,5 mil millones de Márcos, tomando como base la contribucion sobre la riqueza o 330 mil millones con la base de la estadística de los seguros contra incendio o sea unos 300 mil millones en término medio. En 1895 esta estimacion solo era de 200 mil millones.

Este avalúo sobre la base estadística en detalle daría segun Helfferich:

Muebles e inmuebles asegurados contra incendio.....	200 millares Mks.
Suelo i subsuelo urbano i rural.....	70 »
Minas.....	5 a 6 »
Barcos, mercaderías en transporte i dinero metálico.....	6 »
Riqueza pública no asegurada contra incendios, incluso ferrocarriles.....	30 »
Empleo de capitales en el extranjero.....	20 »

331 a 332 millares Mks.

El aumento anual de la riqueza nacional que era de cuatro mil quinientos millones a cinco mil millones hace quince años es hoy de unos diez mil millones de Márcos, de éstos mil quinientos a dos mil corresponden al acrecentamiento automático de la fortuna existente.

El aumento anual de los nuevos valores cotizados en la Bolsa es de unos 3 mil millones. La suma de estas emisiones, el aumento de los depósitos en los Bancos i Cajas de Ahorro i la riqueza del seguro del trabajo representa 4 500 millones.

Los ingresos nacionales han pasado de 23 a 25 mil millones, en 1985 a 42 mil millones de Márcos. De éstos 7 se emplearían en el consumo público i 27 en los gastos de consumo personal. En Inglaterra, según datos del ministro Asquith en la Cámara de los Comunes, los ingresos nacionales serían de 2 440 millones de £, i los gastos de 2 000 millones quedando unos 440 millones de £ que forman el ahorro anual del pueblo inglés, de manera que, según este cálculo, los ahorros alemanes serían desde ahora algo mayores o por lo menos iguales, si no se toma en cuenta el aumento automático de la fortuna.

Desde 1888 a 1912 los depósitos en los Bancos, las Sociedades Cooperativas i Cajas de Ahorro han pasado de 6 500 millones de Márcos a 30 000 mil millones. Los depósitos de las Cooperativas solo eran de 600 millones en 1890 i en 1912 han pasado a 3 000 millones. Los depósitos de capitales extranjeros en los Bancos alemanes han pasado de 810 millones de Márcos en 1883 a 7 050 millones en 1907 (O. Bottinger). Las emisiones anuales de valores alemanes en 1911 i 1912 son de 4 millares de Márcos.

Por otra parte, si examinamos la estadística de las fuerzas empleadas en 1882 había 1 220 000 HP en Prusia, en 1895 ya había 2 358 000 i en 1907 5 190 000 HP. En 1907 para todo el imperio hai 7 587 000 HP.

El número de estaciones centrales de electricidad es:

1909.....	1 978	con	Kw.	1 161 609
1911.....	2 526	»	»	1 466 418
1913.....	4 040	»	»	2 095 606

El número de las grandes instalaciones ha aumentado, pues representa 74.5% del total en 1913 contra 53.2 % en 1909.

Según un artículo publicado en la «Revue Economique Internationale», por Otto Bottinger sobre los Bancos alemanes, los accionistas de diversos negocios industriales habrían percibido los siguientes dividendos en términos medio desde 1870 a 1900:

Industria carbonífera.....	7.42 %
» del hierro.....	5.44
» de la piedra i minerales.....	5.39
» metalúrgica.....	7.75
» química.....	9.33
» eléctrica.....	8.38
» cervecera.....	8.44

## AVALÚO APROXIMADO DE LA INDUSTRIA SIDERÚRJICA EN ALEMANIA

Siguiendo la comparacion que hicimos entre el valor de la industria siderúrjica por Estados Unidos i Gran Bretaña, completamos los datos dando la cifra aproximada para Alemania, en la hipótesis siempre, aunque esto no es enteramente exacto, en que la proporcion de material grueso i fino elaborado sea igual en estos paises.

Las estadísticas alemanas asignan la cifra de 2 207 881 000 Márcos para el valor de los productos de los talleres de laminacion i el de 698 948 000 Márcos para los hornos de moldeo i acero fundido en el año 1912. En conjunto tenemos, pues, un valor superior a 2 900 millones de Márcos para el precio de venta de la obra gruesa por decirlo así de los talleres de fabricacion. Si solamente doblamos esta cifra para obtener el valor aproximado de toda la industria con sus derivados llegaríamos a 5 800 millones de Márcos o sea 290 millones de £.

A pesar de que la produccion total de hierro i acero en Alemania es mui superior a la inglesa, pues pasa del doble para el lingote i llega a cerca del triple para el acero, la suma total del valor de la industria i sus derivados no aumenta en la misma proporcion, porque la cuota de los artículos finos no puede ser mui diferente en ámbos paises. Es mui posible que el valor total de la industria siderúrjica alemana esté representado por una suma próxima a 300 millones de £.

Comparando este valor al monto de las importaciones i esportaciones de Alemania, que fué de 20 millares de Márcos en 1913, la cifra anterior apuntada resulta mui considerable.

Otra comparacion interesante es la que hace F. Engerand, diputado frances del Calvados, en el «Echo de Paris» del 3 de Julio de 1916, al mostrar que las utilidades líquidas de los productos siderúrjicos de esportacion solamente en 1913 llegaron a un millar de Márcos, miéntras la cifra de todas las importaciones de productos alimenticios llegaba a cinco millares de Márcos. De modo que segun nuestros cálculos, Alemania tendria con su sola produccion siderúrjica con que pagar sus materias alimenticias importadas.

## LIGNITOS

Los depósitos mas importantes se trabajan en Sajonia i Turingia. Producen el 47 % del total. Pertenecen a la division Eoceno, Oligoceno del Terciario.

Los centros principales son Bonn, Colonia, Halberstadt, Halle, Leipzig, Semphenburg i Brunswick.

Estos depósitos tienen de 9 piés a 30 piés de espesor para los pequeños hasta 100 i 300 piés para los grandes. Algunos están recubiertos de capas estériles de 20 a 25 piés, otros por capas de 75 a 300 piés.

Los análisis de estos lignitos son:

Carbon fijo. 18.08 %	Humedad..... 53.73 %
» volátil..... 23.31	Cenizas..... 4.98

El azufre no pasa de 0.5 %. El poder calorífico está comprendido entre 2 000 i 2500 calorías.

Las explotaciones se hacen en jeneral con escavadores de dos tipos, segun sea que la escavacion se hace en un nivel profundo debajo de la máquina (tiefbagger) o a un nivel superior al motor (hochbagger). Su potencia es de 12 a 60 HP. (ver artículo de G. J. Young. Boletin de Inj. de Minas de N. Y., Febrero 1916), con una capacidad de 120 a 2 400 metros cúbicos en 10 horas. Los tamaños grandes hasta la dimension de una nuez se venden sin preparacion mecánica alguna, los otros mas finos se reducen a aglomerados o briquetas secados en hornos del tipo Mac Dougall.

El análisis de las briquetas es:

Carbon fijo.... 38.85	Humedad..... 14.42
» volátil... 44.63	Ceniza..... 7.10

El poder calorífico es de 4 500 a 500 calorías, esto es el doble del material tal como sale de la mina.

Otro tipo de briqueta vendido sin secar en hornos contiene hasta 20% de humedad (nass brick).

Respecto del costo de explotacion, en la rejion cerca de Halle, en mantos de 25 a 60 piés, segun un artículo de la revista Braun Kohle, Julio 20 1909 citado.

Segun la estadística oficial la produccion i distribucion del consumo ha sido en 1913, como sigue, por distritos:



## PRODUCCION

Distrito	Núm. de exploraciones	Operarios asegurados	Salarios en 1 000 de Mks.	Cantidad de carbon vendible t.
1 Bajo Rin.....	35	578	8 518	20 256 136
2 Westerwald.....	10	336	366	82 598
3 Alto Hesse.....	12	1 046	1 249	789 943
4 Bajo Hesse.....	18	1 162	1 508	839 711
5 Brunswick.....	35	6 954	9 370	7 726 884
6 Turingia.....	197	22 139	29 461	30 099 753
7 Bajo Lausitz.....	87	12 994	17 706	22 128 380
8 Alto Lausitz.....	37	2 317	2 839	2 796 175
9 Oder.....	21	1 322	1 430	970 858
10 Posen.....	1	11	11	5 014
11 Alto Palatinado.	4	271	295	589 448
12 Alta Baviera.....	8	1 823	6 854	948 184
	465	58 958	79 607	87 233 084

Distribucion del consumo (mismos distritos segun el N.º de orden).

	Consumo de las minas o entregado a las Cías. mineras	De venta	Valor en 1 000 Mks.	Valor medio de la tonelada	
1.....	18 078 887	2 176 628	20 255 526	30 725	1.52
2.....	20 790	61 628	82 320	544	6.63
3.....	779 873	9 637	789 630	1 619	2.06
4.....	265 834	571 092	840 125	3 225	3.84
5.....	3 262 696	4 451 572	7 727 236	26 590	3.44
6.....	21 538 717	8 564 389	30 119 088	67 216	2.33
7.....	19 893 223	2 222 736	22 118 842	39 170	1.77
8.....	2 127 853	663 348	2 792 372	6 320	2.27
9.....	568 468	403 534	972 569	3 316	3.41
10.....	2 113	2 698	4 936	17	3.59
11.....	481 461	107 981	589 448	794	1.35
12.....	132 139	754 982	893 790	11 699	13.10
	67 152 160	19 989 944	87 185 885	191 235	2.20

NOTA.—No hemos agregado el consumo de los empleados i trabajadores que es en total 43 981 toneladas.

Segun el ingeniero norte-americano aludido, seria en moneda norte americana:

Precio de venta en la mina al por mayor la tonelada de 2 000 lbs.....	\$ 0.72
Costo de limpiar la parte superior del man- to.....	0.06 a 0.10 por yarda cúb..
Costo del trabajo subterráneo.....	0.45 por ton. de 2 000 lbs..
Costo de estraccion con escavador sin in- cluir la remision de la parte superior...	0.09 a 0.10 por ton. id.

La produccion de 1908 fué de 67 625 200 tons. M., avaluadas en 45 230 000 o sea a 0.665 dólares en el Berg-Hutter Calender de 1911. En 1913 la produccion subió a 87 116 343 toneladas.

En cuanto al precio de venta de las briquetas en las ciudades i mercados en jeneral oscila entre \$ 2.38 a 4 dólares por tonelada. (Art. citado de Young).

De la revista Stahl u. Eisen, del 10 de Julio, tomamos algunos datos relacionados con el Sindicato de Briquetas radicado en Colonia cuya produccion en 1912-13 fué de 4 729 753 toneladas. De éstos los carbones para consumo doméstico fueron 2 975 412 i para la industria 1 754 341 toneladas.

Las remisiones por via férrea fueron.....	3 416 349
De éstos se exportaron.....	538 806
Las remisiones por via de agua.....	441 636
»    »    esportadas id. ....	55 941

Debido al bajo precio del combustible en esta rejion se instaló en Kepsack (Westeregeln) cerca de Colonia una fábrica de Cianámidas desde 1905 con una capacidad de 45 toneladas i produccion en 1913 de 10 000 toneladas, i posteriormente de 15 000.

Segun informaciones del señor Alejandro Bertrand, la Badische puede producir con el mismo combustible de lignitos la enerjía eléctrica a 100 frs. el caballo-año i aun hasta 80 francos. Esto es ménos de lo que cuesta en Norte América la enerjía hidráulica en Niágara Falls. En estas condiciones, agrega el autor citado, la cianámidas saldria a 0.78 pf. el kilo de ázoe lo que le permitirá competir ventajosamente con el salitre de Chile, sea que se le emplee en este estado o se le transforme en amoníaco o nitrato de amonio.

## RESERVAS DE CARBONES DE ALEMANIA

### HULLAS

Despues de los recientes trabajos de sondeos efectuados al norte i al este de la rejion Westfaliana, que comprende los centros antiguos desde el Rin hasta Dortmund, se ha doblado la superficie hullera sin llegar al límite

del Norte que puede pasar de Munster. Es, segun de Launay, un rectángulo de 35 a 40 kilómetros de ancho sobre 100 kilómetros de largo el que abarca esta estension carbonífera.

Antes de estos reconocimientos se estimaba en 33 millares las reservas de Westfalia.

Ahora sin bajar de 1 500 metros se estiman en 76 millares de tons.

El Oeste del Rin daria	10
	<hr/>
	86

Si la profundidad de las explotaciones se calculara en 2 000 metros las reservas pasarian de 200 millares (V. Cambon).

La cuenca del Saar hasta 1 500 metros daria 12.5 millares.

La cuenca de Silesia hasta 2 000 metros podria dar mas de 160 millares (V. Cambon).

#### LIGNITOS

La existencia de lignitos por cuenca seria, segun el Coal Resources of the World:

	Millones de tons.
Prusia i Norte de Alemania.....	6 069
Sajonia.....	3 000
Baviera.....	75
Hesse.....	170
	<hr/>
	9 314

Ademas de estas reservas actuales las probables o posibles se elevan a 4 000 millones de toneladas.

JAVIER GANDARILLAS M.

(Continuará)



## Metalurjia del Cobre

---

### Procedimiento "Malsch i Hennes"

---

La Sociedad Metalúrgica Chilena «Cuprum», que tiene su domicilio en Valparaíso i explota la patente de invención concedida por el Gobierno de Chile a los señores Carlos Malsch i Carlos Hennes, ha instalado un pequeño establecimiento de demostración cerca de la mina «Manteada» en los alrededores de Tilitil.

Este establecimiento posee una máquina locomóvil para la producción de vapor i de fuerza, una chancadora, un molino de bolas, un horno de reverbero de dos pisos para la tuesta i diferentes estanques de lixiviación i precipitación. En él se elaboran actualmente minerales con 3% de cobre que provienen de la «Manteada». El cobre se halla en ellos principalmente en forma de chalcopirita, la ganga es cuarzosa i regulares cantidades de pirita acompañan a dicho sulfuro. Chancados i reducidos a arena menuda son sometidos al procedimiento «Malsch i Hennes», que consiste principalmente: En una rápida sulfatización de minerales sulfurados mediante una tostación en presencia de partículas finísimas de una solución acuosa de salitre. En la lixiviación del sulfato producido i su precipitación mediante el sulfuro de hierro.

Dicho procedimiento se presta sobre todo para minerales sulfurados de cobre, pero sirve también para sulfuros de plata i zinc, i aun para ciertos minerales que contienen los tres metales en forma de otros compuestos.

Así se pueden sulfatar minerales oxigenados de cobre agregando a ellos una cantidad adecuada de pirita de hierro i sometiendo la mezcla a la tostación.

Además, mediante la primera fase de este procedimiento, se pueden convertir los sulfuros de níquel, cobalto i algunos otros metales en sulfatos que tienen aplicación directa o sirven para la obtención del metal que encierran.

En el establecimiento de la Sociedad «Cuprum» se obtiene por lixiviación de los minerales, tostados en presencia de salitre i agua, una solución de sulfato de cobre tan limpia que se puede concentrar i someterla a la cristalización, consiguiendo así vitriolo azul. Por la misma razón conviene en este caso la extracción del cobre de ella mediante la electricidad o el hierro. La gran pureza de la solución se explica por la casi completa tras-

formacion del sulfuro de hierro en sesquióxido durante la tuesta. Siendo este último insoluble puede disolverse sólo el sulfato de cobre que se origina rápidamente en el horno por la oxidacion de la chalcopirita en presencia de aire, vapor de agua i compuestos nitrosos. Sin embargo, la tostacion se debe conducir con ciertas precauciones respecto a la temperatura i la introduccion de la solucion de salitre. Tiene que producirse primero algo de sulfato de hierro para que éste reaccione despues con el salitre i origine vapores nitrosos, sulfato de soda i óxido férrico. El anhidrido sulfuroso, debido a la oxidacion de los sulfuros, se convierte entónces por la accion de los vapores nitrosos en ácido sulfúrico, que a su vez produce la sulfatizacion de los minerales. Luego algunas de las reacciones químicas producidas en el horno de tuesta son comparables con las que se originan en las cámaras de plomo de las fábricas de ácido sulfúrico i de ahí se deduce tambien la posibilidad de la retencion de los vapores nitrosos al hacer pasar los gases que salen del horno por ácido sulfúrico de 62° B. Fácilmente pueden ser aislados de este ácido i empleados de nuevo en la tostacion, lo que haria bajar la cantidad de salitre necesario para ésta. Sin embargo, para pequeños establecimientos tiene esto poca importancia, pues se necesita corta cantidad de salitre.

La sulfatizacion segun el procedimiento «Malsch i Hennes» no es solamente mas completa i rápida, sino tambien mas barata que la conseguida mediante otros métodos metalúrgicos. En el establecimiento, ya varias veces mencionado, se logra mediante una sola tuesta en el horno de reverbero la trasformacion en sulfato de 65% del cobre existente en los minerales i se ha observado que de los 35% restantes se convierte la mayor parte en sulfato dejando los rípios de la primera lixiviacion algunos dias en contacto del aire.

Mediante una tostacion i dos lixiviaciones se puede entónces extraer mas del 90% del cobre contenido en los minerales i esto en el tiempo de algunos dias. Ademas, conduciendo la tuesta mas lenta se puede aumentar todavia la cantidad de cobre convertida en sulfato i evitar la segunda lixiviacion, pero se reduce así la produccion del horno que es de 8 toneladas por dia. Segun el parecer de los inventores, deben obtenerse aun mejores resultados empleando hornos mecánicos i combustibles gaseosos en lugar de leña.

La última fase del procedimiento «Malsch i Hennes» es recomendable cuando el sulfuro sódico es barato i las soluciones de sulfatos són bastante impuras. Consiste en el empleo del sulfuro de hierro como precipitante del cobre, de la plata i del zinc. Pero, para que este sulfuro sea eficaz, es preciso prepararlo mediante la precipitacion de soluciones acuosas de sales solubles del hierro. Por su precio i su fácil obtencion sirve mejor para esta precipitacion el sulfuro sódico que, ademas, se puede rejenerar. Sobre todo su uso es mui conveniente en rejiones donde se encuentran yacimientos de

sulfato sódico natural, pues, en este caso, no se necesita nada mas que calcinar esta sal en presencia de carbono para reducirla a sulfuro que a su vez sirve para la obtencion del sulfuro de hierro. El uso de este último como precipitante tiene grandes ventajas sobre el del hidrógeno sulfurado o de sulfuros alcalinos por su insolubilidad en agua, su trasformacion en sulfato ferroso que sirve de nuevo en su preparacion, i por el corto número de cuerpos que son precipitados por él. Aun sobre el hierro metálico tiene ventajas, pues éste se pierde, miéntras que el sulfuro de hierro se puede rejenerar. La circunstancia que los metales precipitados por él se hallan en forma de sulfuros, no constituye ningun inconveniente, porque su conversion en metal es fácil.

El espuesto sirve para llamar la atencion de la Industria Minera hácia el nuevo procedimiento, porque su rapidez, su fácil ejecucion i su bajo precio se preste como ningun otro para la elaboracion de minerales pobres dejados hasta ahora como inservibles en las minas o canchas, i merece la mayor proteccion por parte de las autoridades, no sólo por el gran desarrollo de la minería que debe producir, sino tambien por la nueva aplicacion de dos sales, el salitre i el sulfato sódico, que en grandes cantidades existen en algunas provincias de Chile.

SOCIEDAD METALÚRJICA CHILENA «CUPRUM».  
Casilla 284.—Valparaiso.



## La electro-metalurjia en Suecia

---

Los sucesivos progresos de la electrometalurjia (especialmente los de la electrosiderurjia) han podido irse estudiando en el desarrollo que esta industria ha tenido i tiene en Suecia, porque es éste un pais que ha marchado siempre a la vanguardia de las aplicaciones de la electricidad al tratamiento de los productos minerales, a causa de su carencia de carbon de piedra i de su abundancia de menas i de fuerzas hidráulicas, i tambien de su adelanto técnico, pues sin él es evidente que no hubiera sabido sacar partido de sus recursos naturales. Es siempre interesante, por consiguién-te, conocer la situacion de dicha industria en Suecia, i a ello dedica *L'Echo des Mines* un artículo de que vamos a dar cuenta.

Hace ya mas de dieciseis años que el ingeniero sueco Kjellin instaló

su primer horno de induccion para la fabricacion de acero, i desde entón-ces la tradicion del horno eléctrico no se ha perdido en aquellas rejiones, puesto que allí se hallan la mayor parte de los hornos altos eléctricos propiamente dichos, i varios tipos de hornos de acero, casi todos netamente suecos, como son el *Elektrometall* o Gronwall, el Fornander i el Rennerfelt.

La atencion de aquellos industriales i técnicos no se ha concentrado únicamente en la obtencion de hierro colado i acero eléctricos, sino que allí se utiliza igualmente la enerjía hidroeléctrica para fabricar ferros i zinc. He aquí algunas cifras oficiales de produccion en 1915:

Hierro colado.....	35 075 toneladas.
Ferrosilicio.....	11 819 —
Ferro-sílico-manganeso.....	2 328 —
Ferrocromo.....	242 —
Ferromanganeso.....	957 —
Ferro-sílico-alúmino manganeso.....	785 —
Ferro-sílico-aluminio.....	346 —
Ferrovandio.....	4 —

La mayor parte de estos productos proviene de las fábricas de Trollhattan. En estas mismas fábricas la obtencion de zinc en horno eléctrico por tratamiento directo del mineral o de residuos metálicos se ha elevado a 8 588 toneladas en 1915, contra 2 299 en 1914. Este aumento de 273 por 100 es el indicio mas seguro del éxito definitivo de los procedimientos de Trollhattan.

Casi todos los hornos eléctricos en cuestion emplean el carbon de leña como reductor, habiéndose consumido en 1915 la cantidad de 873 312 hectólitros.

A mediados de 1915 habia en Suecia 10 hornos altos eléctricos, de 2 a 3 000 kilovatios, a saber:

En Domnarfvet, 2 hornos de 3 000 caballos, i uno de 6 000 caballos, los tres en marcha;

En Soderfos, 3 hornos de 3 000 caballos, en construccion;

En Ljusne, 1 horno de 3 000 caballos, en construccion;

En Hagfors, 3 hornos de 3 400 caballos, en marcha, i 3 íd. en construccion;

En Nykroppa, 2 de 3 400 caballos, en construccion;

En Trollhattan, 1 de 2 000 caballos, en marcha, i de 3 000 caballos, en construccion;

Desde entónces, varios de esos aparatos se han concluido de montar i ya funcionan. Se puede contar con que la produccion de lingote eléctrico en 1916 habrá excedido considerablemente la cifra de 35 000 toneladas.

Fuera de los hornos altos eléctricos existen en Suecia un gran número

de hornos eléctricos de acero, los cuales tratan el hierro colado líquido, o bien chatarra, o bien afinan el acero ordinario. Mr. J. O. Boving apreciaba recientemente en *The Iron and Coal Trades Review*, que su producción asciende hoy a 100 000 toneladas anuales. El procedimiento más corriente consiste en enviar la fundición colada del horno alto a un horno de solera calentado con gases del horno alto. Después de un primer afinado, el acero obtenido es refinado en un horno eléctrico, donde adquiere cualidades notables. Como ejemplos citaremos:

En Korfors, un horno Héroult, de 6 toneladas, marchando con chatarra, para aceros finos.

En Ljungby, un horno Héroult, de 5 toneladas, marchando con chatarra, para piezas de moldeo.

En Surahammar, un horno Héroult, de 6 toneladas, en construcción.

Además, hay allí un número importante de pequeñas fundiciones que emplean el horno Rennerfelt. Hornos de 600 kilogramos producen aceros para moldeos partiendo de cargas frías, con un gasto de 700 a 800 kilovatios hora por tonelada. Basta para esto disponer de una fuerza de 125 kilovatios a 80 voltios.

En estos países escandinavos donde la fuerza eléctrica es relativamente barata, pues nunca excede su precio de un céntimo el kilovatio-hora, es, sin duda, ventajosísimo para cualquier taller de construcción, aunque sea poco importante, poseer un horno eléctrico que le permite tener verdadera independencia para una infinidad de productos. Así es que esa tendencia se generaliza hoy.

Mr. Alfred Stansfield, reputado profesor de la Universidad Mc Gill, de Montreal, que visitó Suecia al principio de la guerra y publicó un estudio titulado *Electro thermic Smelting of Iron Ore in Sweden*, ha dado algunos datos precisos acerca del costo del lingote de hierro eléctrico.

Una fábrica completa de 3 hornos Elektrometall de 3,000 a 4,000 caballos, costaba antes de la guerra unas 300 000 coronas, o sea 400 000 francos aproximadamente. Un horno de 3 000 caballos produce, partiendo de mineral de 58 por 100, 20 toneladas de lingote por día efectivo, con los siguientes consumos y gastos por tonelada de lingote:

Carbon de leña.....	360 kilogramos.
Electrodos.....	5 —
Cal.....	137 —
Energía.....	2 116 kilovatios-hora.
Mano de obra.....	8 francos.

Necesita el horno una treintena de hombres para todos los servicios.

Pero conviene advertir que por interesante que sea esta fabricación eléctrica del hierro colado, todo parece indicar que ha de permanecer loca-



lizada en los países escandinavos todavía mucho tiempo, pues aparte de la energía hidroeléctrica bastante económica, en ellos es donde se encuentran menas ricas juntamente con carbon vegetal barato. En efecto, los ensayos de sustitución de este carbon por el cok no han tenido éxito, al menos con el tipo Elektrometall. I es el caso que en los demás países el carbon de leña es demasiado caro para ese empleo.



## Una explicación sobre el procedimiento de la flotación (1)

---

El procedimiento de la flotación para la concentración de minerales es un método por cuyo medio uno o más de los minerales contenidos en una matriz (los valiosos por lo general) son recojidos por medio de una película líquida i hechos flotar a la superficie de una masa de pulpa fluida. En general, los minerales que se hacen flotar son sulfuros de brillo metálico, pero algunos otros minerales de brillo metálico, tales como la grafitita i algunos sulfuros de brillo diamantino, tales como la esfalerita i el cinabrio, pueden ser beneficiados por el procedimiento.

La importancia de la flotación estriba en el hecho de que ella es preliminarmente un «procedimiento de lamas», por cuyo medio las partículas de mineral valioso, demasiado finas para la concentración eficaz por gravedad, son aprovechadas con elevados porcentajes de rendimiento. Los rendimientos de las plantas que benefician minerales de sulfuro de cobre de baja ley han sido mejorados de 10 a 20 por ciento por la adopción del procedimiento que nos ocupa, i se han obtenido ventajas de aumentos semejantes por los mismos medios en las plantas donde se benefician minerales de sulfuros de zinc i plomo.

Cuando un mineral finamente molido que contenga sulfuros mezclados con una roca silíceo o matriz terrosa se hace suavemente subir a la super-

---

(1) Artículo leído en la conferencia del Instituto de Ingenieros de Minas en Arizona, Setiembre, 1916.

ficie de un volúmen de agua, en una direccion que forme un ángulo agudo con la superficie del agua, una parte considerable del constituyente de sulfuro en la matriz flota hácia la superficie del líquido, miéntras que la matriz se hunde. Esto es lo que se llama flotacion de película, que presenta como ejemplos los procedimientos Wood i Macquisten.

Cuando se introducen burbujas de gas en el seno de una pulpa fluida compuesta de mineral finamente molido i agua, a la que se ha [añadido: 1) una pequeña cantidad de ciertos aceites, o 2) una pequeña cantidad de ciertos ácidos o sales ácidas, o 3) una pequeña cantidad de ciertos álcalis o sales alcalinas, o 4) una pequeña cantidad de mezcla de aceite con ácido o álcali, las partículas de sulfuro contenidas en la matriz son trasportadas a la superficie por las burbujas del gas. Estas burbujas se unen formando una espuma fuertemente cargada con partículas de sulfuro. Las partículas de la matriz no son trasportadas por las burbujas, sino que permanecen en la masa de la pulpa. Esto es lo que se llama flotacion por espumacion. Sus distintos aspectos, procedimiento de espumacion ácida, de espumacion por agitacion i espumacion neumática, serán detalladamente discutidos mas adelante.

Los puntos que requieren explicacion en la operacion del procedimiento son: 1) La flotacion de partículas sólidas en un líquido cuyo peso específico es menor que el del sólido; 2) La flotacion preferente de la parte de sulfuros contenidos en la masa; 3) las funciones de los reactivos empleados.

### *Teoría*

La teoría que presentamos aquí como explicacion a los puntos anotados en la lista que antecede se basa en los siguientes fenómenos físicos: tension superficial, condensacion, adhesion i viscosidad. Los tres primeros están íntimamente relacionados entre sí.

### *Tension superficial*

Toda superficie líquida en contacto con un gas o sus vapores se comporta como si estuviera bajo tension. El valor de esta fuerza de contraccion por unidad de estension puede ser medido. Su valor para el agua, 74 dinas por centímetro, es mas elevado que para cualquier otro líquido bien conocido. (Por supuesto que se esceptúan los metales líquidos i las sales fundidas). Esta tension imaginaria es concepto que se presta para muchas discusiones i puede ser explicada en términos de las atracciones moleculares de las sustancias que forman el límite. Otra manera mui útil de considerar

el fenómeno es considerar cada unidad de superficie como asociada con una cantidad de energía potencial que es numéricamente igual a la tensión superficial. Esta relación se establece de la manera siguiente:

Si dos alambres, A i B (fig. 1), están colocados de suerte que se deslicen sobre dos alambres fijos C i D, i si los dos alambres A i B, habiendo estado en contacto, son separados a distancia  $l$  contra la atracción de una de las superficies de una película, *mnoh*, aplicando la fuerza F el trabajo por unidad de área será

$$\frac{W}{A} = \frac{Fl}{lb} = \frac{F}{b} = T$$

que se ve es igual, numéricamente, a la fuerza por unidad de estension o a la tensión T de la superficie considerada. Aplicando este concepto de energía de superficie a diferentes casos de contacto, podemos desarrollar algunas declaraciones de las relaciones de las fuerzas que son importantes en la explicación de muchos de los fenómenos que se observan en la flotación. Considérese primero que dos volúmenes de líquido, que han adquirido rijidez sin que sus demás propiedades sufran cambio alguno, se juntan por la acción mutua de sus fuerzas de atracción molecular hasta quedar perfectamente unidos en una área A. Producirán una cantidad de trabajo que representaremos por la letra W. Consideremos ahora que los mismos dos cuerpos cuando se aproximan el uno al otro, pero no en contacto, se vuelven líquidos i se unen en la área A. El trabajo producido es nuevamente W, pero en este caso puede ser considerado como debido al encojimiento de la superficie por una cantidad  $2A$ , de donde  $2AT = W = A(T + T)$ , en que T es la tensión superficial del líquido. Si dos líquidos diferentes cuyas tensiones superficiales son  $T_1$  i  $T_2$  respectivamente se unieran, el trabajo debido a las atracciones moleculares sería  $(T_1 + T_2) A = W$ , siempre que hubiera unión completa, pero si no hai esta unión completa, tendrá lugar una tensión interfacial  $T_{12}$ , i la ecuación de la energía será

$$(T_1 + T_2) A - T_{12}A = W$$

$$T_{12} = T_1 + T_2 - \frac{W}{A}$$

es decir, la tensión interfacial  $T_{12}$  es el exceso de la suma de las dos tensiones sobre el trabajo hecho por ellas en permitir que se ponga en contacto una unidad de área de los dos líquidos. Si se pone en contacto un líquido con un sólido, la ecuación de la energía será  $T_{1s} = T_1 - \frac{W_1}{A}$  (quedando excluidos los efectos de gases o vapores), en donde

$T_{1s}$  = tensión superficial del líquido,

$W_1$  = trabajo invertido en poner en contacto una unidad de área del líquido i otra unidad de área del sólido i

$T_{1s}$  = tension interfacial.

Por tanto, si  $W_1 = T_1$ , el sólido tendrá sobre las moléculas del líquido la misma atraccion que las moléculas del líquido tienen una sobre otra i no habrá tension interfacial. Si  $T_1 > W_1$  la tension interfacial  $T_1$  será positiva; si  $T_1 < W_1$  habrá tension interfacial negativa o presion superficial. En este último caso el líquido tenderá a estenderse sobre el sólido.

### *Angulo de contacto*

Cuando, como es el caso comun en el procedimiento de la flotacion, hai tres sustancias en contacto, el sistema de fuerzas que entra en funcion es el que aparece en la figura 2. Si O no se mueve indefinidamente a la derecha o a la izquierda, el equilibrio será alcanzado cuando

$$T_{sl} = T_{gs} + T_{gl} \cos \theta$$

$$\cos \theta = \frac{T_{sl} - T_{gs}}{T_{gl}}$$

en que  $T_{gs}$ ,  $T_{gl}$  i  $T_{sl}$  son las tensiones interfaciales o presiones ejercidas sobre los contactos gas-sólido, gas-líquido i líquido-sólido, respectivamente. De esta ecuacion se deduce la importante conclusion de que a medida que  $T_{sl}$  aumenta con respecto a  $T_{gs}$ , el ángulo de contacto  $\theta$  se hace mas pequeño (permaneciendo inalterables el gas i el líquido), o en otros términos, el ángulo de contacto es la medida de la tendencia de un fluido a reemplazar a otro sobre la superficie de un sólido. Hemos examinado los ángulos de contacto de las superficies agua-aire, aceite-aire i aceite-agua obrando contra un número de minerales comunes. Hemos encontrado, por lo jeneral, que el ángulo de contacto agua-aire es menor para los minerales de la matriz que para los minerales de sulfuros; que el ángulo de contacto aire-aceite es menor para los sulfuros que para los materiales de las matrices i menor para cualquier sulfuro dado que el ángulo de contacto aire-agua, i que el contacto agua-aceite con los sólidos toma la forma que muestra la figura 3.

Encontramos, ademas, que el efecto invariable de aceitar una superficie sólida es reducir el ángulo de contacto aire-agua. Este último fenómeno es indudablemente ayudado por la reduccion de la tension superficial del agua debida a la contaminacion por el aceite. Mas adelante discutimos este punto.

Las conclusiones a que forzosamente se llega mediante la observacion de los fenómenos anteriores, son:

1. El agua tiene una tendencia menor a desalojar el aire sobre la superficie de minerales de sulfuros que sobre la superficie de materiales de matriz.

2. Que la tendencia del aceite a desalojar el aire es mayor en la superficie de minerales de sulfuros que en la superficie de materiales de matriz.

3. Que el aceite tiende a desalojar el agua sobre la superficie de minerales de sulfuros i que el agua tiende a desalojar el aceite en la superficie de materiales de matriz.

4. Que el agua desaloja al aire mas rápidamente sobre una superficie sólida aceitada que sobre una superficie limpia del mismo sólido.

5. Que estas tendencias a desalojar son debidas a las tendencias interfaciales o presiones que existen entre las diversas sustancias, i que la accion resultante de estas fuerzas interfaciales es una manifestacion de la tendencia a la reduccion de la enerjía potencial total del sistema. Siempre que un aumento en la zona interfacial de un líquido i un sólido disminuya la enerjía potencial, tendrá que ocurrir tal cambio.

Estas conclusiones sujirieron los siguientes esperimentos confirmatorios.

Un anillo, de 6,17 centímetros de diámetro exterior i con peso específico de 1,38, cortado de un tubo de aluminio, de 0,63 centímetros de diámetro, fué limpiado i hecho flotar sin dificultad alguna en la superficie de agua pura. La forma de la superficie del agua en la zona de contacto aire-agua aparece en la figura 4. Despues se aceitó el anillo lijeramente. El ángulo de contacto aire-agua quedó reducido, segun se ve en la figura 5, a tal grado que fué imposible hacer flotar el anillo. Como era de esperarse sucedió lo mismo al reemplazar el anillo por un cilindro. Un cilindro semejante de tubo de cristal presentó un ángulo de contacto aire-agua tan pequeño que no pudo hacerse flotar.

### *Absorcion*

La capa superficial que hai entre dos fases físicas es asiento de condiciones de densidad i viscoñidad, i tambien de fuerzas aparentes o manifestaciones de enerjía, que son notablemente diferentes de aquellas que existen en el conjunto de cada fase. En el terreno filosófico es imposible considerar que haya una discontinuidad física real en la zona que divide dos medios. En otros términos, debe haber una capa mui tenue de transicion, en la cual existe un cambio rápido pero continuo en la concentracion de los componentes. Esta trasformacion en la concentracion de un componente en la parte intermedia es lo que se llama absorcion, i puede ocurrir aun entre dos fases que ordinariamente son consideradas como inmiscibles.

La absorcion que tiene lugar en un intermedio gas-líquido puede de-

mostrarse como sigue: Si un sólido, que ha sido previamente calentado en el vacío, es introducido en un volumen medido de un gas sobre mercurio en un tubo calibrado, cierta cantidad de gas será absorbida, como lo demuestra el cambio de presión i volumen comparado con el espacio primitivamente ocupado (1). Los siguientes hechos adicionales se establecen:

a) La cantidad de gas absorbido a temperatura constante aumenta con la presión.

b) Es diferente para gases diferentes.

c) Es diferente para sólidos diferentes.

d) Aumenta a medida que la temperatura disminuye.

e) Hai una transformación de energía que está indicada por el calor desarrollado por la absorción, análoga al fenómeno de Pouillet que mas adelante se menciona.

f) Las reacciones químicas son favorecidas por la capa absorbida.

De aquí se sigue que las capas de gas deben variar en densidad, decreciendo rápidamente con la disminución de la distancia que media hasta el sólido. Quincke establece que la densidad del gas que sigue próximo al sólido es igual a la del sólido, i concluye que la cantidad absorbida aumentará con la densidad del sólido. De estos hechos deducimos nosotros:

1. Que los gases i los sólidos presentan adhesión selectiva, i que, por lo tanto, las burbujas de gas se adherirán mas persistentemente a algunas sustancias que a otras.

2. Que esta adhesión selectiva es una manifestación de una cantidad definida de energía poseida por cada unidad de área de un contacto gas-sólido, i que esta energía potencial es susceptible de variación.

3. Que las reacciones químicas que disminuyen esta energía potencial son favorecidas por la absorción.

La absorción en una superficie líquido-sólida se manifiesta en un vacío, o cuando la fase de vapor es despreciable, por la manera en que el líquido se esparce o se recoge sobre el sólido; en otras palabras, en la manera en que el líquido humedece o se adhiere al sólido. Se manifiesta, además, por una evolución de calor, conocida como fenómeno de Pouillet. Un cálculo de la condensación necesaria para hacer producir esta cantidad de calor, en el caso del agua contra el cristal, indica que el peso específico del agua en la capa absorbida es aumentado a cerca de 2,1 (2).

La absorción del gas en una superficie gas-líquida es indicada:

1. Por el efecto sobre la tensión superficial. La tensión superficial de una superficie de mercurio acabada de formar no cambia en el vacío, pero disminuye en presencia de diferentes gases por cerca de una hora. Cierta-

(1) Freundlich: *Capillar Chemie*, p. 92.

(2) Lewis: *Phil. Mag.*, 20, p. 502. 1910.

mente la densidad de un líquido no puede ser constante en la zona de división, sino que debe seguir continuamente hasta la del gas.

2. Por el aumento de poder solvente en la rejion de la superficie (1).

3. En el caso de líquidos contaminados por la concentracion de uno o mas de los componentes del líquido hácia la superficie gas-líquida. Cada unidad de área de este líquido posee una enerjía potencial definida que siempre tiende a un mínimo. Si, pues, la tension superficial de una solucion depende de la presencia de algún componente, tal cambio de concentracion de ese componente ocasionará que sea capaz de reducir la enerjía potencial, es decir, ocasionará la tension interfacial. En otros términos, cualquier componente que reduzca la tension superficial será encontrado en exceso en la superficie de la solucion. Por ejemplo, la tension superficial del agua es mayor que la del alcohol. Esperimentalmente, una gota de alcohol sobre una delgada película de agua reduce con rapidez la tension superficial del agua i ésta se aparta del alcohol. Al contrario, una gota de agua en una delgada película de alcohol estendida sobre vidrio no se difunde inmediatamente en la película, sino que se mantiene formando una prominencia. La difusion aumentaria la enerjía superficial del sistema i de aquí que el agua se concentre apartándose de la superficie gas-líquida. La mayor viscosidad de la superficie de una solucion en comparacion con la del volúmen total, o la de un líquido puro, há mucho fué reconocida (2) por su efecto de humedecer una aguja magnética en movimiento de vaivén i puede ser aplicada con toda propiedad a la absorcion gas-líquida. Intimamente relacionada con ésta tenemos la formacion de costras flexibles o capas mui viscosas sobre una superficie libre, como por ejemplo, en el caso de las soluciones de peptona i materias de tinte. Una peculiaridad de la solucion de saponina es la rijidez de su superficie, en tanto que su interior es mas movible (3). La superficie de una solucion de fucsino, fresca i bien concentrada, es perfectamente movible, pero en el trascurso de unas cuantas horas se convierte en una costra con propiedades de sólido. Iguales resultados se obtienen con algunas otras sustancias. En algunos casos las costras que se forman son mucho mas elásticas. Parece no existir duda sobre que en estos fenómenos se verifica la absorcion. En el caso de cristal-violeta, que mucho se asemeja el del metilo-violeta en sus propiedades, una solucion de 1 gramo por litro disminuye la tension superficial de 75 a 69,9 dinas por centímetro. Sin embargo, pueden hallarse presentes otras causas que motiven la produccion de capas sólidas, pues muchas de estas sustancias en soluciones concentradas se endurecen hasta formar jelatinas, i como la concentracion de la materia contaminante es grande en la superficie i la

---

(1) Pockels: Nature, Mar. 12, 1801, p. 439.

(2) Daniels: Physics, p. 258, Fr., p. 76.

(3) Boys: Soap Bubbles, p. 115.

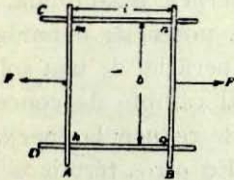


Fig. 1 - Energía potencial de la tensión superficial

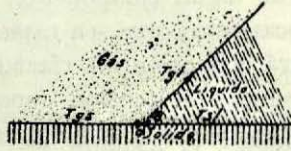


Fig. 2 - Angulo de contacto

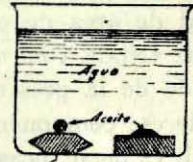


Fig. 3 - Contacto del agua y el aceite con sólidos

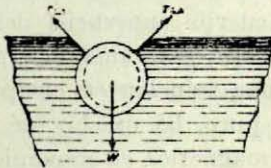


Fig. 4 - Forma de la superficie del tubo en contacto con el aire. El tubo de aluminio sin aceitar.

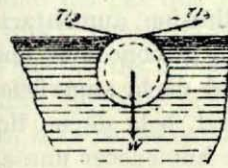


Fig. 5 - Cambio de condiciones debido al tubo de aluminio aceitado

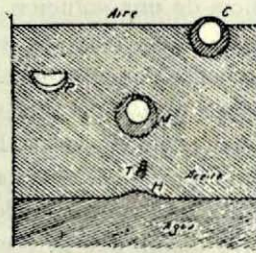


Fig. 6 - Representación diagramática de la experiencia de la Fig. 6



solubilidad tiene tambien un valor diferente, el sólido persiste continuamente.

Un cambio químicamente inevitable o una trasformacion en una fase mas difícilmente soluble es la esplicacion clara de la persistencia de la espuma en una solucion de albúmina i otras semejantes. Las propiedades de dichas superficies en apariencia pasan de manera imperceptible a las de los coloides.

La absorcion que se verifica en el lindero que separa dos líquidos está evidenciada por el efecto que produce sobre la tension interfacial, de la misma manera que en la superficie de una solucion gas-líquida, aunque el procedimiento no sea precisamente lo que se ha descrito como solucion ordinaria, i hai tambien que tener en cuenta las reacciones químicas en la capa de transicion. En las superficies de líquido-líquido, lo mismo que en la superficie de gas-líquido, la absorcion da lugar con frecuencia a capas sumamente viscosas. La presencia de dicha capa viscosa en un intermedio de aceite-agua se comprueba fácilmente vertiendo aceite claro, kerosena, vaselina líquida, etc., en agua, i haciendo despues introducir burbujas de un gas al traves del agua. Esta esperiencia la presentamos en la figura 6. La parte intermediaria tiene todo el aspecto de una película elástica. Las burbujas que se elevan al traves del agua i que chocan contra la cara inferior de la película intermediaria hacen que ésta se estire por la presion de aquéllas (véase H, figura 7), i elevándose mas aun arrastran con ellas una masa

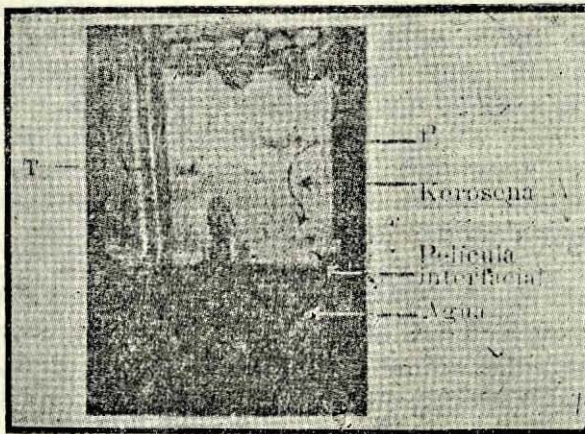


Fig. 6

de agua rodeada de esta capa viscosa. El sistema aparece como se presenta en M, i se eleva a la superficie de aceite-aire por causa de su menor peso específico. Aquí la película, juntamente con el exceso de agua arrastrado hácia arriba como se ve en C, se rompe i vuelve a su lugar primitivo atravesando el aceite, no en forma esférica, como sucederia si la gota de agua

no estuviera rodeada de una película viscosa, sino en forma semiesférica (véase P, figuras 6 i 7) llevando a menudo tras de sí una película con orillas desgarradas, tal como quedó al romperse la burbuja. Las gotas de agua en forma de renacuajo, T, (figuras 6 i 7) constituyen mayores pruebas de la alta viscosidad de la película interfacial de aceite-agua.

### *Viscosidad*

La presencia de materias sólidas finamente divididas produce un marcado aumento en la viscosidad de las películas interfaciales. Este aumento es palpable en la experiencia que acabamos de describir cuando se vierte en el aceite sulfuro finamente pulverizado i se deja que se asiente en la película intermediaria, en cuya película queda atrapado. Cuando se introducen burbujas de gas, como en el caso anterior, las gotas de agua que regresan, revestidas con una película que contiene las partículas sólidas, son aun mas irregulares en forma que ántes, i su coalescencia despues de haber llegado a la parte interfacial requiere dias o semanas.

La experiencia que a continuacion presentamos ofrece una prueba todavía mas convincente del aumento de la viscosidad de una película interfacial. Si se hace flotar una aguja en el centro de la superficie de agua pura contenida en un matraz de 4 pulgadas de diámetro i una astilla de madera cerca de la pared de la vasija, la aguja puede hacerse voltear por medio de un iman sin tocar la astilla. Si se espolvorea con mineral finamente molido la superficie del agua, toda la superficie, juntamente con la astilla, se moverá como si fuera un cuerpo sólido.

### *Sumario*

El potencial de un contacto de gas-sulfuro es menor que el de un contacto de gas-matriz; de aquí que las burbujas de gas se adhieran con mayor persistencia a los sulfuros que a las matrices.

El aceite reemplaza al agua en la superficie de los minerales de sulfuros.

El agua reemplaza al aceite en la superficie de los materiales de matrices.

El agua reemplaza al gas mas rápidamente en la superficie aceitada de un sólido que en una superficie limpia.

La adición de cualquiera sustancia contaminante en el agua, disminuye la tension superficial.

En cualquiera masa de agua contaminada habrá una concentración de materia contaminante en la superficie de aire-líquido.

La absorcion en una superficie de gas-líquido disminuye la tension superficial i aumenta la viscosidad.

La absorcion en una superficie de líquido-líquido produce una película cuya viscosidad es mayor que la del volúmen total del resto de cualquiera de los dos líquidos.

La presencia de una materia sólida finamente dividida en una película aumenta de manera notable la viscosidad de la película.

*Aplicacion del procedimiento comercial de la flotacion.—Flotacion de películas*

La pulpa con o sin aceite o ácido se aplica poco a poco, i en ángulo agudo, a la superficie de un cuerpo de agua quieta. El sulfuro flota i la matriz se precipita al fondo.

Casos posibles:

Caso 1. Sulfuro, matriz, agua.

Caso 2. Sulfuro, matriz, agua, aceite.

Caso 3. Sulfuro, matriz, agua, ácido.

Caso 4. Sulfuro, matriz, agua, ácido i aceite.

Caso 1. *Sulfuro, matriz, agua.*—El factor dominante en la flotacion inicial del sulfuro e inmersión de la matriz es la diferencia que hai entre el ángulo de contacto de aire-agua i las superficies de sulfuro i de matriz, respectivamente. Si la diferencia es grande, como en el caso de galena i cuarzo, se obtiene una buena separacion. Despues que se ha hecho flotar una considerable cantidad de sulfuro, si el flujo de la superficie es suficientemente impedido, las partículas se congregan en terrones por el fenómeno bien conocido de la atraccion aparente de partículas flotantes (1), fórmase una espuma (cuya viscosidad i resistencia a la ruptura son muchas veces mayores que la de la superficie del agua primitiva) i las partículas que flotan se vuelven mas inmunes a la inmersión.

Caso 2. *Sulfuro, matriz, agua i aceite.*—Cuando en el procedimiento se agrega el aceite, los fenómenos son enteramente diferentes de los de la simple flotacion de películas del caso 1. El aceite se concentra en la superficie, puesto que tal concentracion reduce la enerjía de la superficie del sistema. Esta absorcion del aceite en las superficies de gas-agua, orijina la formacion de una película viscosa. Cuando la mezcla del sulfuro i la matriz es introducida en la superficie, las partículas de sulfuro tienden a emigrar en esta capa, i las partículas de la matriz, al agua, pues una partícula de sulfuro en contacto con el aceite representa la condicion de menor enerjía potencial posible que ha de asumir la partícula de sulfuro en el sistema de

(1) Hastings and Beach: *Jeneral Physics*, p. 156.

aceite, sulfuro i agua. Asimismo, la partícula de matriz completamente rodeada de agua representa la condicion de menor enerjía potencial que ha de asumir la partícula de matriz en este sistema. Tambien, en este caso, la formacion de una espuma de un sulfuro que ha flotado, aumenta la estabilidad de la materia que flota.

Caso 3. *Sulfuro, matriz, agua i ácido*.—Los efectos del ácido son: a) disminuir la tension superficial del líquido, b) disminuir el ángulo de contacto de gas-líquido, i c) aumentar la viscosidad de la superficie de gas-líquido. Las disminuciones de a) i b) son mas marcadas con minerales de matriz que con sulfuros. El resultado es que puede obtenerse un concentrado mas limpio que en cualquiera de los casos anteriores, pero a costa de jales mas ricos.

Caso 4. *Sulfuro, matriz, agua, aceite i ácido*.—En este caso se obtiene una combinacion de resultados, tales como pueden adivinarse por los casos que preceden.

### *Flotacion espumosa*

Para explicar la flotacion espumosa es necesario i suficiente que el gas de cada burbuja esté contenido dentro de una película de agua contaminada que posea las siguientes características:

1. Tension superficial baja.
2. Alta viscosidad.
3. Una concentracion variable de contaminante (reactivo).
4. Adhesion preferencial de la película de la burbuja para con el mineral de sulfuro en comparacion con la de materiales de matriz

Primeramente examinaremos las condiciones que se requieren para la formacion de una espuma, o la existencia continuada de una delgada película. Las soluciones que hacen espuma son soluciones altamente acuosas i las propiedades de la película líquida sólo se determinan de manera secundaria por las del gas.

La durabilidad de una película líquida depende de una o mas de las condiciones siguientes:

1. Baja tension superficial que es localmente variable para producir equilibrio estable.
2. Alta viscosidad, que puede llegar a ser la siguiente:
3. Irreversibilidad química i la produccion de costras sólidas.

Los líquidos puros no hacen espuma; por ejemplo, el agua i el alcohol. La razon es obvia. Como la película se adelgaza por el estiramiento, por el escurrimiento del líquido que la forma, la tension superficial se ve reducida en alguna parte a grado mas bajo que el valor jeneral constante. Tan luego como esto principia, las partes mas gruesas i resistentes de la película se

apartan de los lugares debilitados, lo que completa la ruptura. Evidentemente estas desigualdades no serian tan marcadas o rápidas en su operacion, si la tension superficial fuera baja. Un aumento de la viscosidad tambien haria lento el procedimiento. En los líquidos puros no ocurren la alta viscosidad i la baja tension superficial. Pero la condicion mas importante para la durabilidad, es un medio por el cual el equilibrio de las fuerzas puede ser restablecido en cualquier punto de la película, cuando se presenta una variacion de alguna de las fuerzas. En el caso de un líquido compuesto o solucion, ésta es afectada por la absorcion o cambio de concentracion de uno o mas de los componentes de la película.

La tension superficial de una solucion es en jeneral notablemente diferente de la del solvente puro, i en el caso del agua, cuya tension superficial es mayor que la de cualquiera de los líquidos de que nos venimos ocupando, hasta el menor indicio de impureza es suficiente para disminuir de modo considerable su tension superficial.

Consideremos una película de agua estendida en un anillo vertical de alambre. Si la tension superficial permaneciera constante, como sucede en el líquido puro cuando su espesura pasa de 0.00001 cm., el peso de la parte mas baja estiraria la parte superior hasta romperla. Si el agua contiene algun componente cuya deplecion en los puntos mas débiles aumente la tension superficial, se preservará el equilibrio. En la dilatacion de la película, i en el comportamiento jeneral del líquido entre las superficies de la película, que reduce la cantidad total aprovechable de la sustancia contaminante, si ocurre dicha disminucion de concentracion i aumento de tension superficial, i la película permanece estable bajo un cambio considerable de las condiciones exteriores. La formacion de las burbujas como resultado de esta variacion de la tension superficial sola, queda bien comprobada por una simple solucion acuosa de jabon o de ácido acético. El escape del líquido que se verifica entre las dos superficies se retarda sobremanera por la viscosidad del líquido, propiedad que puede ser altamente influenciado por la absorcion superficial de uno o mas de los componentes.

Así es que, cuando se introducen burbujas de gas en una pulpa líquida donde se encuentra presente el aceite, se forma en torno de cada burbuja una película líquida cuya tension superficial es menor i cuya viscosidad es mayor que las del resto del líquido. Algunas de las partículas sólidas de la pulpa se pasan al interior de la película i son elevadas a la superficie con la burbuja. Como hai una concentracion de aceite en la película i como la disminucion de la enerjía potencial en un contacto de aceite-sulfuro, la capa contaminada reemplaza al agua sobre la superficie del sulfuro i el sulfuro pasa al interior de la película de la burbuja, en tanto que la matriz, sobre la cual el agua desaloja al aceite, permanece en mayor cantidad en el cuerpo de la pulpa. Por lo tanto, las burbujas, al llegar a la superficie, llevan un exceso de los minerales de sulfuro. Despues de llegar a la superficie, las burbujas

del líquido contaminante persisten, debido: (1) a su menor tensión superficial; (2) a su habilidad para ajustar esta tensión al estado de equilibrio estable, i (3) a su mayor viscosidad la cual es notablemente aumentada por la presencia de las partículas sólidas.

### *Procedimiento de espumacion por agitacion mecánica*

Los minerales sulfuro i matriz son batidos juntamente con agua i aceite, con o sin ácido, dejándoseles despues que se vacien en un compartimiento que contiene un considerable cuerpo de líquido casi en reposo. Las burbujas cargadas con preponderancia de partículas de sulfuro flotan en la superficie i forman una espuma. Las partículas de la matriz se precipitan al fondo.

Se presentan dos casos:

Caso 1. Sulfuro, matriz, agua i aceite.

Caso 2. Sulfuro, matriz, agua, aceite i ácido.

Caso 1. *Sulfuro, matriz, agua i aceite.*—Al batirse la pulpa, el aire queda mecánicamente aprisionado bajo la forma de burbujas. En la superficie de cada una de las burbujas que hai en la masa, se constituye un contacto de gas-contaminante-líquido que da por resultado la absorcion en esta superficie del contaminante, aceite, i la produccion de una película viscosa dentro de la cual las partículas de sulfuro, circulando en la masa, pasan con una disminucion de la energía potencial del sistema. El resultado es que al poco tiempo de haber quedado la burbuja de aire aprisionada en el seno de la pulpa, se rodea de una capa viscosa compuesta de una película interfacial de aceite-agua en la que se atrapan muchísimas partículas de sulfuro. La presencia de las partículas sólidas aumenta mucho la viscosidad de la cubierta que envuelve a las burbujas. Cuando la burbuja cubierta de materia sólida llega a la caja de sedimentacion o spitzkasten, se eleva a la superficie. En ella la burbuja persiste, o, si revienta, su carga queda distribuida entre las demas burbujas que la rodean. Esta persistencia de las burbujas se debe a varios factores. Los aceites empleados tienen, por lo jeneral, un grado de evaporacion mas lento que el agua. La tensión de la película de la burbuja es menor que la tensión de la burbuja de agua pura. La burbuja tiene el poder de adaptarse a su tensión, dentro de ciertos límites, sin estallar. La presencia de la gran cantidad de materia sólida aumenta enormemente la viscosidad de la película.

Caso 2. *Sulfuro, matriz, agua, aceite i ácido.*—La adición del ácido tiene el efecto doble de disminuir mas todavía la tensión superficial i aumentar la relacion de la adhesión

$$\frac{\text{aceite-sólido}}{\text{agua-sólido}}$$

En jeneral, el resultado es un concentrado mas limpio con o sin aumento en el contenido de sulfuro que hai en los jales, o residuos.

El calentar la pulpa tiene, en algunos casos, efectos benéficos. Esto es verídico, probablemente debido a a) la disminucion de la tension superficial i al aumento consiguiente de la estabilidad de la espuma; b) al aumento del número de burbujas de aire formadas por el aire que se desprende de la solucion; c) en el caso de los aceites viscosos, a la mayor área sobre la cual el aceite es esparcido i por consiguiente al mayor número de burbujas que se producen i que tienen una película interfacial viscosa de aceite-agua; d) al probable aumento de la solubilidad del aceite i a la consiguiente mayor difusion, dando por resultado una absorcion mas amplia en las películas de las burbujas.

#### *Procedimiento de espumacion neumática*

Los minerales de sulfuro i de matriz mezclados con agua i aceite, con o sin ácido, son descargados en un tanque provisto de un fondo poroso a traves del cual se hace introducir aire. Las burbujas de aire se elevan a la superficie cubiertas de una coraza de partículas sólidas, entre las que preponderan las de sulfuro, en tanto que las partículas de la matriz se precipitan al fondo.

Los principios en que este método se funda, son los mismos que hemos explicado con relacion al procedimiento de espumacion por agitacion. La única diferencia está en el método de introducir el aire. El resultado de esta diferencia es que las burbujas que circulan en el seno de la pulpa son mucho mas grandes que las que se producen por el método de espumacion por agitacion; llegan a la superficie ménos cargadas en proporcion con su área; por tanto, las películas de las burbujas son ménos viscosas, i la espuma es ménos persistente.

#### *Procedimiento Potter-Delprat*

Los sulfuros i carbonatos, con o sin otros minerales de la matriz, son tratados por medio de ácido sulfúrico, caliente i diluido. Se producen burbujas de dióxido de carbono i sulfuro de hidrógeno, las cuales se elevan a la superficie con una coraza de sulfuro i forman allí una espuma. La parte de la matriz que no se disuelve permanece en el fondo. En este método, lo mismo que en los otros métodos de espumacion, se forman burbujas de gas que están rodeadas de películas de agua contaminada, siendo las sustancias contaminantes en este caso el ácido sulfúrico, el sulfato de plomo, el sulfato de calcio i otras sales que se forman por la accion del ácido sulfúrico. Las películas tienen una viscosidad mas elevada i una tension superficial mas baja de las que posee el resto del líquido. Los sulfuros pasan al interior de las películas de las burbujas, porque el sistema compuesto de sulfuro i esta capa contaminada tiene una enerjía potencial menor que el sistema compuesto de la pulpa que está dentro del líquido. Los que esto escribimos creimos, en un principio, que la accion selectiva en este caso pudiera deberse

a la absorcion preferencial de gas en el contacto de gas-sulfuro, en oposicion con un contacto de gas-matriz, pero un exámen microscópico de las espumas minerales recojidas del procedimiento, nos demostraron que las partículas sólidas de la espuma se encontraban completamente dentro de las películas, no pudiendo comprobarse que en algun punto hayan estado en contacto con gas. La persistencia de la espuma se debe a los factores esplicados para los otros procedimientos de espumacion.

No obstante que los autores no hemos recurrido a las fuerzas electros-táticas o a los fenómenos coloidales en esta discusion, creemos que la enerjía potencial que existe en el contacto de sustancias disímiles, bien puede incluir fuerzas eléctricas i que la emigracion de las partículas sólidas en suspension bajo la influencia de cargas eléctricas semejante a la emigracion de los coloides, puede esplicar algo de la accion selectiva de las películas de burbuja. Pero, en nuestra opinion, la agitacion de la pulpa en que se basan los procedimientos de espumacion por medios mecánicos o neumáticos i la jeneracion del gas bióxido de carbono sobre las partículas de carbonato en íntimo contacto con los sulfuros que son objeto del procedimiento de espumacion ácida, son suficientes para traer a todas las partículas de sulfuro en contacto con una película de burbuja. Una vez establecido este contacto, la adhesion preferencial de la capa contaminada para con una superficie de sulfuro en presencia del agua, es suficiente para esplicar la adherencia persistente de los sulfuros a las películas de burbujas, en tanto que, por otro lado, el reemplazo del gas o el aceite por el agua sobre la superficie de las partículas de la matriz, explica el humedecimiento i la inmersion continua de estas partículas.

Obra en poder de los autores un sinnúmero de datos esperimentales en que se fundan muchas de las declaraciones de la esplicacion que precede. Estos, juntamente con datos que obtendremos de otras esperiencias que está en proyecto i fotografías de muchos de los fenómenos mencionados, serán presentados al público en periódicos posteriores.

New Haven, Conn.

(Traducido de «Metallurgical & Chemical Engineering». Nueva York, Noviembre 1.º de 1916).

ARTHUR F. TAGGART i FREDERICK E. BEACH,

Profesores Ayudantes de Injenieria Minera i Física respectivamente,  
Escuela Científica de Sheffield, Universidad de Yale.





## El petróleo Mejicano

---

Conferencia correspondiente a la Escuela Nacional de Ingenieros, de la serie de conferencias de vulgarizacion organizada por la Universidad Nacional de Méjico, dada por el Ingeniero de Minas Teodoro Flores, Profesor de dicha Escuela, la noche del 15 de Noviembre próximo pasado, en el Anfiteatro de la Escuela Nacional Preparatoria.

Señor Rector de la Universidad Nacional, Señoras, Señores:

Hace apenas una década que Méjico no figuraba aún en el mundo como pais productor de petróleo, permaneciendo hasta entónces casi ignorada su enorme riqueza en este valioso combustible mineral, no obstante que desde años atras eran ya conocidas en su suelo las manifestaciones superficiales de petróleo llamadas en el pais «chapopoteras». Ha bastado, sin embargo, el trascurso de cinco años escasos de esa década para que Méjico, casi de una manera repentina, haya pasado de los últimos lugares como pais productor de petróleo a ocupar el tercer lugar, con tendencias en la actualidad a colocarse, por su potencialidad de produccion, en el segundo lugar. Los Estados Unidos del Norte i Rusia son los únicos paises que superan actualmente a Méjico; el primero tuvo una produccion, durante el año pasado, de 281 104 104 barriles (de 42 galones cada uno) i el segundo una de 68 548 062 barriles; pero hai que tener en cuenta que la industria petrolera en el pais vecino data del año 1860 i en Rusia de tres años despues; en tanto que la industria petrolera mejicana es de ayer, pues sus campos, verdaderamente productores, datan de fines del año 1910.

La produccion de petróleo en Méjico ascendió el año pasado, a cerca de 33 000 000 de barriles, habiendo superado en unos 12 000 000 a la produccion del año 1914. Durante los meses de Mayo i Junio del corriente año, sólo los yacimientos petrolíferos de la rejion Tampico-Tuxpan, produjeron 1 806 318 i 1 913 904 barriles respectivamente, todos los cuales, con escepcion de 70 262 barriles, fueron de petróleo crudo. Desde Enero de 1917, «The Mexican Petroleum Company» deberá entregar mensualmente 10 000 000 de barriles de petróleo a una compañía de vapores, segun un contrato hecho con ella, para la venta de esa cantidad.

En el siguiente cuadro (1) consta la producción detallada de Méjico durante los años de 1904 a 1915, cuyo total suma ya la cifra de 123 064 229 barriles (2).

PRODUCCION DE PETRÓLEO CRUDO EN MÉJICO, DE 1904 A 1915

	Barriles de 42 galones
1904.....	220 653
1905.....	320 379
1906.....	1 097 690
1907.....	1 717 690
1908.....	3 481 610
1909.....	2 488 742
1910.....	3 332 807
1911.....	14 051 643
1912.....	16 558 215
1913.....	25 696 291
1914.....	21 188 427
1915.....	32 910 508
Total.....	123 064 229

(1) Geological Survey of the U. S. of Am.—Cuadro formado por Miss A. D. Coons.

(2) Con estas cifras he formado la curva de la figura 1, la cual aunque no corresponde exactamente a la producción de Méjico, pues las cifras citadas se refieren más bien que a la producción a la exportación de petróleo, sí, da idea del brusco i constante aumento de producción de petróleo en el país, sobre todo a partir del año de 1910.

CURVA DE PRODUCCION

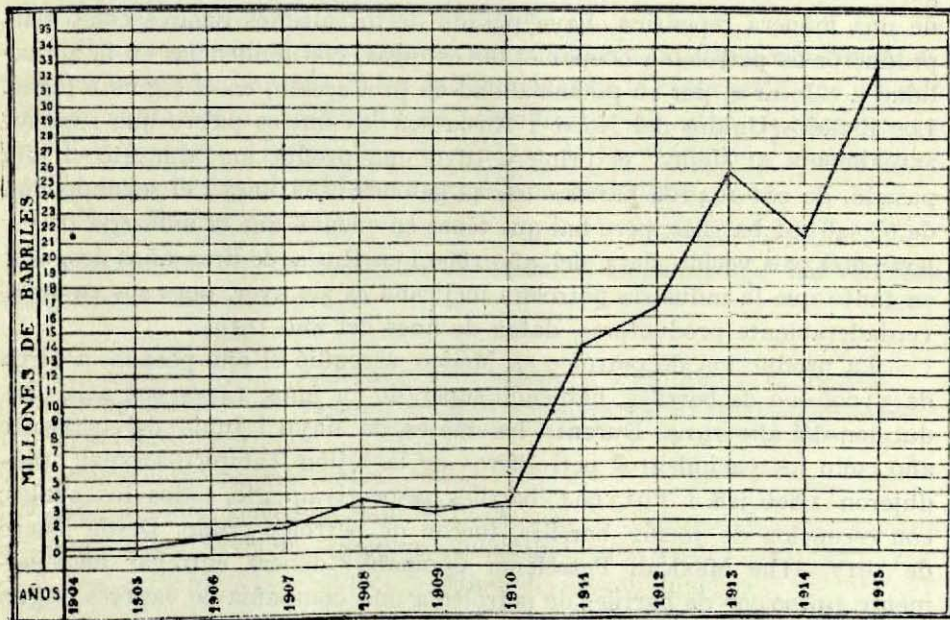


FIG.1

El señor Director del Instituto Jeológico, Inj. Exequiel Ordóñez, autoridad en la materia, por cálculos personales (1) que considera muy conservadores, estima en *cien mil millones* de barriles las reservas de petróleo mejicano contenidas dentro de la mitad del área de Veracruz a Tamaulipas. I. C. White ha estimado, por su parte (2), últimamente, después de una visita i estudio detenido de las propiedades de la «Mexican Petroleum Co.» que abarcan una superficie de cerca de 250 000 hectáreas en los campos de Cerro Azul, Juan Casiano i Ebano, que sólo en estas propiedades hai una cantidad de petróleo, no extraído aun, que excede de cinco mil millones de barriles i cree que Méjico tiene suficiente petróleo crudo (3) para producir un millon de barriles diarios durante un período de cuarenta años.

Los datos anteriores bastan para formarse una idea de la potencialidad de Méjico como país productor de petróleo i ántes de ocuparme de sus yacimientos petrolíferos, creo conveniente esponer algunas ideas jenerales sobre el petróleo, su historia, teorías de formacion i acumulacion, etc., llamando especialmente la atencion en lo referente al petróleo mejicano.

Con los nombres de petróleo crudo (4), aceite mineral, aceite de carbon, nafta o betun, se conoce a un producto natural constituido por un líquido viscoso de color negro, verde oscuro o amarillento, de olor desagradable, de densidad jeneralmente menor que la del agua i algunas veces lijaramente superior, cuando se trata de aceites pesados. Este líquido, por esposicion prolongada al aire i al sol, sufre una especie de resinificacion (5) variando por esto su consistencia, desde un estado semifluido hasta el sólido i constituyendo entónces el asfalto, pisasfalto o maltha o como se le llama en Méjico «chapotote».

El petróleo es uno de los productos naturales que ha sido conocido por la humanidad desde sus mas remotos tiempos históricos. Herodoto, 450 años ántes de Jesucristo, se refiere ya al uso del betun extraído del rio Is, tributario del Eufrates, como mortero para la construccion de los muros de Babilonia. Diodoro, Curcio i otros autores hablan tambien de ese uso

(1) Discurso pronunciado en la velada de la Secretaría de Fomento, en la Cámara de Diputados, el 4 de Setiembre del corriente año.

(2) Third Report on the Properties of the «Mexican Petroleum Co.» by I. C. White, State Geologist of West Virginia, March 1916.

(3) Boletín de la Union Pan-Americana, Julio de 1916, Washington. Pág. 128.

(4) El término «petróleo», en su significacion mas amplia, se aplica actualmente a todos los hidrocarburos naturales, sean gaseosos, líquidos o sólidos. De los dos nombres jenerales usados, petróleo i betun es, segun Reedwood, mas antiguo el de betun que petróleo, pues este último término no se encuentra en el latin clasico i parece que el nombre petróleo data solamente de la edad media. Nafta es de orijen persa i viene de *nafta* (exudar).

(5) Esta resinificacion es debida a la evaporacion de la *petrolena*, elemento volátil que contienen todos los petróleos, i que es el disolvente natural de la *asfaltena*. La petrolena fué descubierta i llamada así por Boussignault, al analizar un petróleo de Pechelbronn, Bajo-Rhin, Francia, quien escribe la fórmula de este elemento así:  $C_{10}H_{16}$ .

del betun, i Vitruvio dice que se empleaba mezclado con arcilla. En los escritos bíblicos se menciona aplicado para la fabricacion de mortero en la construccion de la torre de Babel. La explotacion de pozos de Kir-ab-ur-Susiana (Albania) la describe Herodoto así: «Cerca de Ardericca existe un pozo que produce tres sustancias diferentes: sal, asfalto i aceite, las cuales se estraen por medio de un bambilete que en lugar de balde tiene una media bota de vino, la que sumerjen i sacan en seguida, volteando su contenido a un recipiente i despues de éste a otro, en el cual la sal i el asfalto se vuelven casi inmediatamente sólidos i entónces separan el aceite que los persas llaman *rhadinance* i que es negro i de fuerte olor». Tambien describe la explotacion de betun en la isla Zante, una de las islas Jónicas. Estrabon i Vitruvio se refieren a la explotacion de estensos depósitos de asfalto, los cuales actualmente aun no están agotados de las cercanías de Selenitza, en Albania. Dioscórido describe un pisasfalto obtenido de Apollonia cerca de Epidamnos, en Albania i el mismo Estrabon, Plinio i otros autores citan el «*aceite siciliano*» de Agrigentum, usado para alumbrar. Plutarco, en su «*Vida de Alejandro*» describe cómo en el distrito de Ecbatana, Alejandro fué particularmente sorprendido por un golfo de fuego que continuamente manaba, como si provinieran de una fuente inestinguible; tambien le sorprendió una avenida de nafta que corrió con tal abundancia que formó un lago i mas adelante dice: «la nafta en algunas propiedades se parece al betun, pero es mucho mas inflamable; ántes de que la alcance el fuego se enciende por una flama situada a alguna distancia e inflama al aire de su alrededor. Los bárbaros para mostrar al rei la fuerza i sutileza de la nafta, regaron gotas de ella en la calle hasta su alojamiento i desde un estremo de la línea aplicaron una antorcha (pues era de noche) a las primeras gotas, comunicándose luego a las demas i bien pronto la calle se iluminó instantáneamente». Menciona tambien el descubrimiento de petróleo en los bancos de Oxus, por un ayudante de Alejandro. El betun o asfalto del Mar Muerto, llamado en la autigüedad *Lacus Asphaltites*, fué explotado por los habitantes de sus cercanías i vendido a los eipcios, que lo usaban para embalsamar a sus muertos. En la historia antigua de China i el Japon se menciona con frecuencia al petróleo i gas natural que empleaban sus habitantes, varios siglos ántes de la era cristiana, para alumbrado (1).

Los aboríjenes de Norte América conocieron muchas localidades petrolíferas de las cuales la fuente de petróleo de Séneca, Indiana, localizada cerca del lugar llamado Cuba, en el Estado de Nueva York, fué una de las mas célebres i el aceite recojido en ella se utilizaba en usos medicinales.

Los antiguos mejicanos conocieron seguramente al petróleo bajo la forma de asfalto, puesto que lo designaron con el nombre de «chapopote», palabra que segun el Diccionario de Aztequismos de D. Cecilio A. Robelo,

(1) A treatise on Petroleum by Sir Boverton Redwood, London 1913. Historical account of the Petroleum Industry, páj. 2.

se deriva de «tzauctli» engrudo, pegamento, i «popochtli» perfume, es decir, perfume-pegamento i dice que los indios lo empleaban como incienso para perfumar los templos i que lo usaban tambien como pegamento, aprovechando las dos propiedades que dieron el nombre a dicha sustancia que se recojia entónces en la laguna de Tamiahua, en Tehuantepec, Tlaxiaco, Guerrero i otros lugares de los Estados de Veracruz i Oaxaca i señala como usos principales del chapopote: para estraer el gas de alumbrado, para formar diversos barnices, algunos lacres negros, argamasas o especies de estucos, en sustitucion de los enlozados i enladrillados, para fabricacion de teas o hachones en lugar de brea; para cubrir las maderas, así como la parte baja de las paredes i preservarlas del agua, de los insectos i del salitre. El P. Sahagun, hablando de lo que vendian en el *tianguis* de Méjico, dice: «El *chapuputli* es un betun que sale de la mar, i es como pez de Castilla que fácilmente se deshace, i el mar lo echa de sí como las hondas, i estos ciertos i señalados dias, conforme al creciente de la luna; viene ancha i gorda a manera de manta, i ándanla a cojer a la orilla los que moran junto al mar. Este chapuputli es oloroso i cuando se echa en el fuego, su olor se derrama léjos». Ximénez dice: «.....véndeno a vilísimo precio, porque es mucha la abundancia en que se halla en la costa de la Nueva España.....» Por otra parte, la tradicion entre los indios de la costa de Tamaulipas i Veracruz, relata que por los siglos VII i VIII fué poblada una cuenca conocida entónces con el nombre de Choloa, en la que los primeros pobladores totonacas descubrieron filtraciones de petróleo en un lugar llamado «cougas», palabra cuya significacion es en su idioma, *cera o aceite negro* i que mas tarde, por corrupcion, se transformó en Cubas, lugar inmediato al campo petrolero de Furbero, en Papantla, Veracruz.

Ya he dicho que la industria petrolera mejicana data de reciente fecha; en efecto, el campo mas antiguo, Furbero, empezó a producir mui pequeña cantidad el año 1898; los campos del Istmo en 1900 i otros campos petroleros datan solamente de fines de 1901. En el campo de El Ebano en el cerro de La Pez, brotó en 1902, el primer pozo con produccion industrial de 1500 barriles diarios i duró produciendo esta misma cantidad, durante un tiempo de cerca (1) de setenta meses.

Las rejiones petroleras mas conocidas hasta hoi en Méjico, son las de Tampico-Tuxpan, Istmo de Tehuantepec i Tabasco-Chiapas; pero hai tambien manifestaciones de petróleo en otras partes de la República. Actualmente comienza a esplorarse la Baja California (2) cuyas formaciones terciarias i cretácicas en la costa occidental del Distrito Norte, son la continuacion de las de la Alta California, en cuya porcion meridional abunda

(1) «A short note on the oils fields of Mexico» by E. Ordóñez. M. S. A.

(2) El descubrimiento de petróleo, en cantidad industrial, en la Baja California, seria de suma importancia para la Península, pues el petróleo suministraría un combustible barato, que falta en ella i que impide el progreso i desarrollo de varias industrias.

el petróleo; hai manifestaciones tambien en los Estados de Jalisco (Laguna de Chapala), Oaxaca, (Tlaxiaco, Silacayoapan, Puerto Anjel), Puebla, Hidalgo, Durango, Sonora, Chihuahua (1), Coahuila i aun en la Villa de Guadalupe; en el Distrito Federal, se ha estraído petróleo en pequenísimas cantidades i son mui numerosas, como ya he dicho, las localidades del pais en que se ha encontrado superficialmente chapopote.

El petróleo crudo mejicano es un líquido viscoso, de color negro casi siempre, algunas veces pardo o verde oscuro, cuya densidad varia de 0,783 a 1,012. Sir Boverton Redwood, que examinó una muestra de nuestro petróleo mas comun, lo describe así: «es un líquido viscoso a la temperatura ordinaria, en el cual se observa la fluorescencia comun del petróleo por luz reflejada, de color pardo castaño cuando se ve por luz transmitida; prácticamente sin olor cuando está frio, pero de olor lijeraente balsámico cuando se calienta». Puede decirse de una manera jeneral, que en las zonas petroleras del Golfo, los petróleos procedentes de los campos del Norte son mas densos que los de los campos del Sur. Así, los petróleos de la rejion Tampico-Tuxpan son mas pesados que los de las rejiones de Tehuantepec i Chiapas-Tabasco, que son mas lijeros i cuya densidad es de 15° a 29° Baumé (0,964 a 0,882). Ralph Arnold divide a los de la rejion primeramente citada, en dos clases: los estraídos en el Valle de Rio Pánuco, que tienen una densidad de 26° a 14° Baumé (0,896 a 0,972) i los aceites mas lijeros de Juan Casiano, Potrero del Llano, Furbero i otros lugares con densidades de 19° a 26° Baumé (0,940 a 0,900) i cita un petróleo de excelente calidad, últimamente descubierto, al Sur de Valles, en San Luis Potosí, el cual tiene una densidad de 49° Baumé (0,783). Las determinaciones de densidades, hechas en el Instituto Jeológico Nacional, por el señor H. Larios, para algunos tipos de petróleos mejicanos procedentes de los Estados de Veracruz, San Luis Potosí i Oaxaca, han dado las cifras siguientes:

Cerro Azul.....	Tuxpan.....	Veracruz.....	densidad a 15°	C...	0,987
Potrero del Llano (Pozo 4).	»	»	»	»	0,934
Cerro Viejo.....	»	»	»	»	0,978
Furbero.....	Papantla	»	»	»	0,983
Cubas.....	»	»	»	»	0,983
Ebano (Pozo 17).....	.....	S. L. Potosí	»	»	0,996

(1) Sobre el descubrimiento de petróleo en Chihuahua, véase la nota publicada en «Engineering and Mining Journal», del 31 de Octubre de 1908, número 15, en la que se habla de tres pozos, uno de ellos de 3 285 piés de profundidad, abiertos en terrenos cercanos a la última estacion del Ferrocarril de Kansas City, Méjico i Oriente. El petróleo estraído dió segun la citada nota: nafta i aceites lijeros 14.38%, kerosena lijera 31.05%, kerosena pesada 22.06%, aceites lubricantes 20% i parafina 10%. En cuanto a Sonora, el mismo periódico (n.º 10, de 9 de Marzo de 1912) cita petróleo encontrado al NE. del Estado, en una localidad cercana al paraje llamado El Plomo, cuya situacion no precisa.

Jaltipan, (Pozo 2).....	Tehuantepec	Oaxaca	densidad a 15° C...	0,983
San Cristóbal.....	»	»	» » » »....	0,966
Minatitlán.....	»	»	» » » »....	0,965
Mina Vieja.....	»	»	» » » »....	0,950

Las densidades anteriores son a 15° C. i fueron determinadas por el método del frasco (pynómetro), que es el método que da resultados mas precisos; pero se aprecia tambien, sobre todo en los campos petroleros, en grados del aerómetro Baumé, por la facilidad del uso de este aparato en el campo i esta manera de apreciar la densidad se ha jeneralizado tanto, que se han tabulado ya las equivalencias entre grados del aerómetro Baumé, tomadas a 15°, i los pesos específicos del petróleo crudo, tomados a esa misma temperatura.

La determinacion de la densidad de un petróleo crudo es de gran importancia industrial, por el lado económico que este dato tiene: en efecto, siendo el petróleo crudo, como veremos mas adelante, una mezcla de hidrocarburos líquidos de diferentes densidades cada uno, i conteniendo esta mezcla líquida, disueltos en su seno, diversos gases que constituyen una fuerza latente que obliga al petróleo a viajar o sea a *emigrar* de una formacion a otra, atravesando rocas de diferente naturaleza jeológica i de distintas propiedades físicas (porosidad, permeabilidad, etc.), se afecta, durante este viaje, el peso específico del petróleo porque la mezcla experimenta una especie de filtracion capilar, o destilacion fraccionada natural, que separa a cada uno de los hidrocarburos de distintas densidades que la forman, dando petróleos de diferente calidad i por consiguiente de diferente aplicacion, es decir, de distinto valor industrial. La emigracion del petróleo no es debida solamente a la tension de los gases disueltos en su seno, sino que mas frecuentemente es causada por presion hidrostática o por presion dinámica de las rocas sobre el receptáculo petrolífero, orijinada por el diastrofismo terrestre.

El petróleo crudo, químicamente considerado, no es una especie química definida, sino que es una mezcla de varios compuestos químicos, entre los cuales dominan, por su cantidad, los hidrocarburos líquidos de las series cíclica i acíclica i algunos otros hidrocarburos derivados; pero contiene tambien hidrocarburos gaseosos i gases tales como nitrógeno, oxígeno, hidrógeno sulfurado, anhídrido carbónico i ademas compuestos sulfurados en cantidad variable; el petróleo mejicano contiene de 3% a 5% de azufre. Estos hidrocarburos que, como hemos dicho ya, son de pesos específicos diferentes, se pueden separar entre sí por destilacion fraccionada, esto es, sometiéndolos a la accion del calor cuya temperatura se eleva gradualmente (de 20° a 150°, de 150° a 200°, de 200° a 250° i por fin hasta 300°, a la cual la mezcla abandona todos sus productos volátiles i deja residuos sólidos solamente) o pueden separarse tambien los compuestos de esta mezcla por filtracion capilar, utilizando sustancias porosas (tizas, arcillas, etc.) o fina-

mente divididas. Cuando se emplea el calor para la destilacion del petróleo crudo, se obtienen gran número de hidrocarburos líquidos, algunos de los cuales no existen en él, sino que se forman por descomposicion parcial del petróleo crudo durante la destilacion (destilacion destructora o desintegrante) dependiendo, por lo tanto, de las condiciones en que se haga esta destilacion, la cantidad i la calidad de los productos de la destilacion i no solamente de la clase de petróleo crudo, del cual pueden obtenerse diferentes productos de destilacion i de distinta cantidad i calidad, segun el procedimiento de destilacion empleado. Los petróleos crudos de localidades diferentes o de la misma localidad, pero de pozos distintos i a veces del mismo pozo, pero de diferentes profundidades, no tienen las mismas propiedades, sino que éstas varian con el peso específico de los petróleos crudos, el cual, repito, se altera durante la emigracion del petróleo, i por todo esto se comprende la importancia industrial del dato: densidad o peso específico de un petróleo crudo.

Los petróleos crudos mejicanos contienen proporciones pequeñas de productos lijeros (gasolina, bencina, aceites de alumbrado) i cantidades considerables de aceites pesados lubricantes, gran cantidad de asfalto i relativamente poca cantidad de parafina; bajo este punto de vista los petróleos mejicanos se asemejan mucho a los petróleos de California i difieren de los petróleos americanos del Este de los Estados Unidos (con excepcion de los del Sur de Louisiana i Texas) que son ricos, por lo jeneral, en gasolina, aceites finos de alumbrado i parafina; así, por ejemplo, algunos petróleos de Kansas han sido usados sin preparacion previa, como aceites iluminantes i otros de West Virginia, pueden usarse tambien sin precisa necesidad de someterlos a una destilacion o refinacion, como aceite lubricante. Los análisis químicos de petróleos mejicanos han revelado, para los petróleos procedentes de El Ebano i Pánuco siempre asfalto dominante con ninguna o poca parafina; en los de San Pedro, Huasteca Potosina, Tecuanapa i cercanías de Tuxpan la proporcion de parafina es mayor; los petróleos de la rejion Tabasco-Chiapas contienen mayor proporcion de aceites iluminantes, segun los últimos reconocimientos, i nada puede decirse aun acerca de los de la Baja California, por no haber todavía datos suficientemente exactos

Ademas de la densidad, deben tomarse en cuenta otras propiedades del petróleo que son tambien importantes, tales como sus puntos de inflamabilidad, ignicion, viscosidad, coeficiente de dilatacion, poder calorífico, poder lubricante, etcétera, de las cuales definiré algunas. Por punto de inflamabilidad se entiende la temperatura mas baja a la cual se produce, cuando se calienta gradualmente un petróleo crudo, vapor suficiente de petróleo para que éste se inflame momentáneamente, al contacto de una chispa o flama; el punto de inflamabilidad depende de la presion del vapor de petróleo i del tanto por ciento de vapor de petróleo necesario para pro-



ducir una mezcla explosiva con el aire; se comprende por esto que el punto de inflamabilidad será mas bajò si el vapor de petróleo se acumula en una vasija cerrada que si se escapa de un vaso abierto; a esto obedece los términos usados en la determinacion del punto de inflamabilidad que se dice: *prueba en vaso abierto* o *prueba en vaso cerrado*, i para obtener resultados comparables se necesita referirlos a la misma presion; el punto de ignicion se determina siempre en prueba en vaso abierto i corresponde al momento en que el petróleo no se inflama solamente, sino que sigue ardiendo indefinidamente. Viscosidad es la propiedad en virtud de la cual los líquidos presentan resistencia al movimiento relativo de sus partes i al cambio de forma. C. Maxwell la define así: es la fuerza necesaria para mover una capa de un líquido de una superficie igual a la unidad, a otra capa de igual superficie, situada a la unidad de distancia. La viscosidad puede referirse al agua o a un aceite o petróleo crudo tipo, o calcularse en unidades gravitacionales o en medidas absolutas c. g. s.; jeneralmente se determina apreciando el tiempo en segundos que requiere un volúmen determinado de petróleo crudo para escurrir a una temperatura conocida por un orificio o tubo de seccion constante. Esta determinacion, se hace en aparatos llamados viscómetros o viscosímetros e ixómetros, entre los cuales citaré a los de Redwood, Saybolt, Engler-Künkler, Ostwald, ixómetro de Barbey; el de uso mas jeneral en los Estados Unidos del Norte, es el aparato primeramente citado, que consiste en un recipiente cilíndrico de volúmen i forma conocida, rodeado de una camisa de agua que puede mantenerse a la temperatura deseada; en el fondo de este cilindro hai un pequeño orificio circular, por el cual escurre el petróleo. Algunas determinaciones hechas en el Instituto Jeolójico Nacional, para puntos de inflamabilidad i viscosidad de algunos petróleos mejicanos, han dado los siguientes resultados:

PUNTO DE INFLAMABILIDAD (APARATO ABEL, TIPO ALEMAN)

Petróleo de San Cristóbal, Tehuantepec.....	26.º C. a 538 m/m de presion
» Compañía de «El Aguila».....	36.7 » a 760 » »
» Hda. Victoria, Jiménez, Coah.....	31.5 » a 590 » »

VISCOSIDAD REFERIDA AL AGUA (IXÓMETRO DE BARBEY)

	Temperatura en grados C	27.º	Viscosidad	172	veces superior a la del agua
Petróleo del pozo N.º 4 de Potrero del Llano.	» » » »	35.º5	»	118	» » » » »
	» » » »	49.º	»	62	» » » » »
	» » » »	59.º8	»	42.5	» » » » »
	» » » »	79.º7	»	26.7	» » » » »
	» » » »	91.º8	»	18.8	» » » » »
Petróleo de la Compañía El Aguila	» » » »	25.º	»	1411	» » » » »
	» » » »	70.º	»	88	» » » » »
	» » » »	100.º	»	37	» » » » »

Las determinaciones del punto de inflamabilidad i de la viscosidad (1) son de útil aplicacion: la primera, para evitar las explosiones e incendios en los diversos usos industriales del petróleo i la segunda como un dato indispensable en el cálculo del transporte del petróleo crudo, a través de los oleoductos.

Me ocuparé ahora de la formacion del petróleo i de su modo de acumulacion en el subsuelo. Mucho se ha escrito sobre el orijen del petróleo i no sería éste el momento de discutir las diversas teorías que sobre él han dado eminentes jeólogos i distinguidos químicos; voi sólo a esponer brevemente las principales i de preferencia aquella que explique mejor el orijen del petróleo mejicano. Las mencionadas teorías pueden dividirse en tres clases: teorías orgánicas, teorías anorgánicas i teorías orgánico-anorgánicas; las primeras atribuyen la formacion del petróleo a la accion del calor i la presion sobre acumulacion de restos orgánicos, bien animales o bien vegetales; las segundas suponen la intervencion esclusiva de sustancias minerales en la formacion del petróleo i las últimas combinan las ideas de las dos teorías anteriores, suponiendo que gases orijinados en masas ígneas de orijen profundo, se ponen al atravesar los poros, grietas, etc., de las rocas, en contacto con materia orgánica i producen hidrocarburos.

La teoría animal o sea la de Engler-Höfer, es la que cuenta actualmente con mas partidarios, sobre todo entre los jeólogos, i es la mas aplicable al petróleo mejicano; esta teoría esplica la formacion del petróleo por la descomposicion de los cuerpos de animales marinos tales como peces, moluscos, etc., en cuya descomposicion juega un papel importante la fermentacion provocada por las bacterias. Engler llegó a producir, en efecto, un petróleo artificial mui semejante al petróleo natural por la destilacion del aceite de pescado, i una de las bases orgánicas de la serie pyridina de los petróleos de California, se ha llegado a tener por la destilacion seca i destructora de la carne i tejidos de los cadáveres. Por otra parte, algunas bahías i costas, actualmente, están literalmente llenas de organismos marinos; en ellas abunda la vida marina, i es indudable que este hecho tuvo lugar en épocas jeológicas pasadas, especialmente en nuestras costas del Golfo de Méjico, que por las condiciones de su fondo, temperatura i carác-

(1) Para valor del coeficiente de viscosidad absoluto del petróleo mejicano, se han obtenido como resultados relativos a algunas muestras de petróleo comun, a 10° C. de temperatura,  $\mu=18.43$ ; pero esta cifra debe tomarse como provisional, miéntras se experimenta con muestras convenientemente recojidas de los pozos en diferentes campos petroleros. Para comparacion doi aquí los siguientes valores de los coeficientes de viscosidad absolutos de otras sustancias, en unidades c. g. s., i a 25° de temperatura:

Eter.....	0,0023
Agua.....	0,0089
Alcohol.....	0,011
Glicerina.....	7,796

ter somero de sus aguas, etc., deben haber estado en esas épocas, en condiciones mui favorables para el desarrollo abundante de animales marinos, los cuales una vez muertos i enterrados en los sedimentos lodosos del fondo, han suministrado suficiente material para la formacion del petróleo. El señor Injeniero J. D. Villarello, refiriéndose al orijen del petróleo del Golfo, (1) dice lo siguiente: «El conjunto de observaciones jeológicas hechas en las rejiones petrolíferas descritas ántes, se concilia con la teoría animal del petróleo; i por lo tanto, puedé decirse con fundamento que: el petróleo de la costa del Golfo de Méjico parece ser un producto de la descomposicion de la materia animal proporcionada por una fauna marina, que se estinguí paulatinamente al variar el nivel del mar en esa rejion».

Las teorías de orijen vegetal pueden clasificarse como sigue: teoría de las algas, teoría de las plantas terrestres, teoría de las diatomeas i teoría del carbon; la de las algas invoca la enorme existencia de sargazo en las aguas del Océano Pacífico, algas que pudieron haberse formado en el pasado, como ahora, i suministrar material mas que suficiente para producir grandes cantidades de petróleo, si se le destilara de una manera conveniente; supone que en el pasado hubo considerables cantidades de estas algas que fueron sepultadas despues en los sedimentos marinos, cubiertas mas tarde por otros sedimentos i posteriormente, por destilacion natural, pudieron orijinar petróleo; la teoría de las plantas terrestres alega la presencia de grandes cantidades de plantas en los pantanos, lagos, etc., las cuales podrian haber sufrido las mismas vicisitudes que los organismos vegetales marinos que acabo de citar; la de las diatomeas, tiene partidarios, sobre todo entre los jeólogos californianos, i se apoya en el estudio microscópico de estas plantas, que abundan en muchas partes de los mares i océanos i en la presencia de innumerables restos de estos pequeños organismos en las pizarras arcillosas carbonosas de California; i por último, la teoría del carbon, descansa en el hecho de que carbones bituminosos o ligníticos producen petróleo cuando se destilan en el laboratorio i se deduce que resultados semejantes se han obtenido en la naturaleza por destilacion de grandes depósitos de carbon en condiciones convenientes de calor i temperatura; la presencia de mantos de carbon en muchos campos petroleros da cierta verosimilitud a esta teoría.

Sea que se admita la teoría animal o la vegetal, lo esencial es notar las condiciones que deben ser llenadas en el depósito de la materia orgánica, para que se pueda formar petróleo; estas condiciones son, en resúmen, cuatro: 1.<sup>a</sup> Que la materia orgánica se deposite en las arenas, arcillas o lodos del fondo de las costas, bahías, lagos, pantanos, etc.; 2.<sup>a</sup> Que otros sedimentos cubran despues a estos depósitos formando capas de cierto espesor; 3.<sup>a</sup> Que la materia orgánica se conserve así fuera de la destruccion

---

(1) Algunas rejiones petrolíferas de Méjico, por J. D. Villarello, Bol. 26 del Instituto Jeológico de Méjico, páj. 84.

por oxidacion i fermentacion rápidas (si hai agua i sal disuelta, la solucion de sal obrará como una salmuera para la conservacion); i 4.<sup>a</sup> Que la presion de las capas que posteriormente se depositen desarrolle suficiente calor para que se efectúe una especie de destilacion natural de la materia orgánica, bajo la accion de la presion i del calor (calor debido a esta presion, a masas ígneas, etc.)

Diré algunas palabras sobre las teorías anorgánicas que suponen, como ya he dicho, un orijen esclusivamente mineral para el petróleo; éstas son: la teoría de los carburos, que se funda en el hecho bien conocido de que la accion del agua sobre los carburos metálicos, produce hidrocarburos; por ejemplo: el carburo de calcio da acetileno; el carburo de manganeso da metana e hidrójeno; el carburo de aluminio, metana; el carburo de lantano i torio, una mezcla de acetileno, metana e hidrójeno. Mendeleéff, fundador de las teorías minerales, sujere que el petróleo ha podido formarse por la accion del agua sobre el carburo de fierro, contenido en la baryesfera. Sabatier i Senderens obtuvieron en 1902 una mezcla de hidrocarburos líquidos semejantes a los del petróleo de Pennsylvania, por la accion del níquel sobre una mezcla de hidrójeno i acetileno (1). La asociacion del azufre, del yeso i la caliza con el petróleo, ha dado orijen a otra teoría mineral para la formacion del petróleo, que se esplicaria suponiendo que el yeso en presencia de una materia orgánica en descomposicion que produzca anhídrido carbónico, se reduce por la accion de este ácido, dando carbonato de calcio, azufre libre i carburo de hidrójeno. Por último mencionaré, entre estas teorías, a la teoría volcánica que se funda en el hecho de que algunos volcanes desprenden ciertas cantidades de hidrocarburos, gases que se suponen podrian sufrir una condensacion ántes de alcanzar la superficie terrestre, poniéndose en contacto con formaciones frias i orijinar entónces petróleo, teoría que no es imposible; pero que no se concilia, la mayoría de las veces, con las observaciones del jeólogo en el campo.

Un problema enteramente diferente al del orijen del petróleo, pero de gran importancia económica, es el relativo a su modo de acumulacion, para cuya resolucion interviene directamente la jeolojía aplicada i reclama el conocimiento jeológico preciso de una rejion.

---

(1) The Chemistry of Petroleum and its substitutes by C. R. Tinkler-New York, 1915, páj. 73.

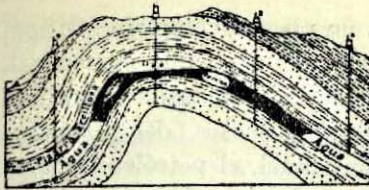


Fig. 1

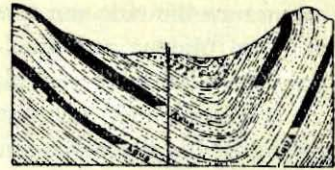


Fig. 2

PLIEGUES MOSTRANDO  
DIVERSAS MANERAS  
DE  
ACUMULACION DEL PETROLEO  
(SEGUN D HAGER)

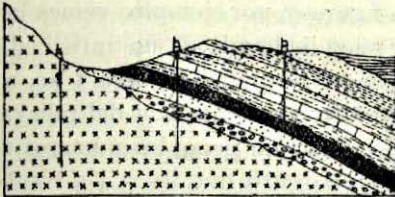


Fig. 3

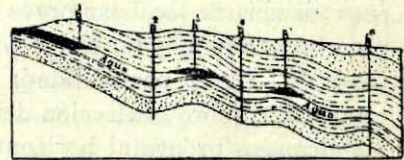


Fig. 4

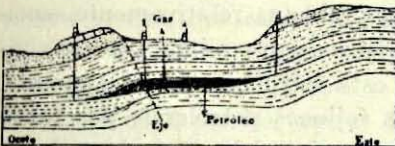


Fig. 5

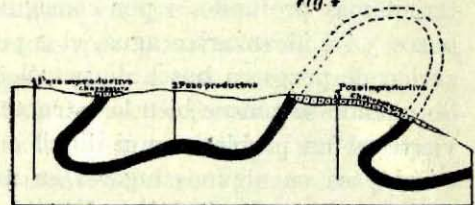


Fig. 6

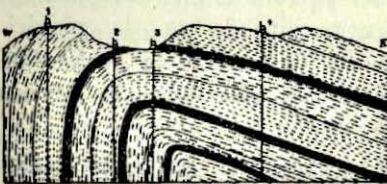


Fig. 7

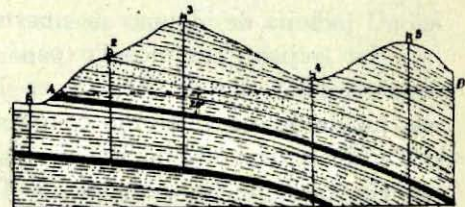


Fig. 8

LAMINA I

Para resolver este problema debe tenerse presente: que los depósitos comercialmente explotables de petróleo se presentan en terrenos sedimentarios plegados, en los cuales existe siempre una roca permeable (ya sea por porosidad propia o por la presencia en ella de cavidades, grietas, fracturas, fallas, etc.), que sirve de receptáculo petrolífero; este receptáculo debe encontrarse cubierto por capas impermeables, encontrándose si hai agua en él, ocupando esta agua siempre la parte mas baja. Los pliegues son de diversas formas i se clasifican en jeología en monoclinales, anticlinales, synclinales, domas, complejos, en abanico, etc., i dan lugar a tipos diversos de yacimientos petrolíferos. Así, por ejemplo, la figura 1 (Lamina I) es un pliegue anticlinal o convexo; la figura 2 un pliegue synclinal o cóncavo; la figura 3 un pliegue monoclinal i la figura 4 muestra la combinacion de estas dos clases; la figura 5 muestra esta misma combinacion, pero con curvatura tan poco exajerada que da lugar a un tipo especial de

estructura llamado «en terraza»; la figura 6 es un pliegue complejo; la figura 7 un pliegue anticlinal asimétrico i la figura 8 un pliegue monoclinal, que puede ser parte del ala de un gran pliegue anticlinal. En la figura 1 se ve la distribución sucesiva de los hidrocarburos gaseosos, del petróleo i del agua; los gases ocupan la parte alta del anticlinal, el petróleo la parte media i el agua la parte mas baja. Además, en todas esas figuras están localizados pozos que son productivos o improductivos, según el caso, pues cortan o no a horizontes petrolíferos; en la figura 7, por ejemplo, vemos la conveniencia de localizar pozos en el flanco poco inclinado de un anticlinal, pues los pozos 2, 3 i 4 serian productivos, en tanto que el número 1 nó, a pesar de su gran profundidad; la figura 8 muestra la influencia del relieve topográfico sobre la elección del sitio para localizar un pozo; los números 1 i 4 alcanzan pronto al horizonte petrolífero, en tanto que los 3 i 5 resultarían mas profundos i por consiguiente mas costosos; en la figura 1 los pozos 3 i 4 alcanzarían agua, el 2 petróleo i el 1 gas i petróleo. La localización de pozos en busca de petróleo es un problema relativamente sencillo, cuando se conoce bien la estructura geológica de una región; pero se convierte en un problema muy difícil cuando esta estructura no es aparente, como pasa en algunos lugares en nuestras regiones petroleras; por consiguiente, el estudio geológico detenido de una región debe proceder a la localización de los pozos i voy a exponer algunas generalidades sobre la situación i geología de algunas de nuestras regiones petroleras mas importantes.

La región Tampico-Tuxpan se encuentra situada en la planicie costera del Golfo de México; es la región mejor conocida i mas extensa, pudiendo considerarla comprendida entre los ríos Soto la Marina i Tecolutla con una superficie de cerca de 52 000 kilómetros cuadrados, en territorio de los Estados de Tamaulipas, Veracruz, San Luis Potosí, Puebla e Hidalgo; esta región es comercialmente tributaria de los puertos de Tampico, Tuxpan i Veracruz i se encuentran en ella cerca de 15 campos petroleros. Las regiones del Istmo de Tehuantepec i Chiapas-Tabasco ocupan los valles de los grandes ríos (Coatzacoalcos, Grijalva, etc.) de los Estados de Veracruz, Tabasco i Chiapas, i comprende actualmente unos cinco campos petroleros, diseminados en una superficie de cerca de 65 kilómetros cuadrados, aunque la extensión explorada es mucho mayor.

La geología de estas regiones es muy interesante i, no obstante que se han hecho ya estudios detallados, éstos son muy locales i no está todavía suficientemente conocida. Se encuentran en ellas rocas sedimentarias de edad cretácica i terciaria, atravesadas por intrusiones de rocas ígneas, intrusiones que en algunos casos han desempeñado un papel importante, como veremos mas adelante, en la acumulación del petróleo. Las rocas sedimentarias son calizas, pizarras arcillosas i margas, en las regiones de Tampico, Tuxpan i Tehuantepec i areniscas calcáreas, pizarras arcillosas, margas i conglomerados en la región Tabasco-Chiapas; las rocas ígneas son ba-

saltos, gabbros i doleritas en las dos rejiones primeramente citadas i dioritas i andesitas en la última mencionada. De estos sedimentos, los mas antiguos son las calizas llamadas de Tamasopo, porque afloran en la Sierra Madre Oriental, en el cañon de Tamasopo, Estado de San Luis Potosí. Esta formacion está constituida por calizas duras, grises, mas bien silicosas que dolomíticas, algunas veces porosas i con grandes cavernas de disolucion, sobre todo en sus miembros mas altos, en los cuales se encuentran a veces nódulos de pedernal; económicamente esta formacion es de gran importancia por sus horizontes petrolíferos, los cuales se consideran contenidos en los citados espacios cavernosos i que son probablemente los que alimentan a los grandes pozos brotantes o «gushers», de que me ocuparé despues; la potencia de esas capas se ha estimado entre 2 000 i 2 700 metros i su edad ha sido referida por Böse (1) al Turoniano i Cenomaniano. Sobre las calizas de Tamasopo, descansan en estratificacion ligeramente discordante, una serie de capas formadas por pizarras arcillosas, grises, rojas i verdes, que alternan con calizas impuras i con margas, capas que se conocen con el nombre de capas de San Felipe. La formacion es un tanto arenosa i su espesor máximo se ha estimado en 200 metros, siendo desconocida su edad precisa, que es aparentemente terciaria i que se ha referido al eoceno; no se puede precisar todavía la importancia económica de esta formacion, pero en los campos petroleros del valle de Pánuco, se han podido observar horizontes productores de petróleo contenidos en ella. De las capas de San Felipe se pasa por gradaciones, a veces mui difíciles de apreciar, a una serie de pizarras arcillosas, grises o verdes, que contienen rara vez areniscas de estructura apizarrada fina, calizas i pizarras rojas; esta formacion es la llamada pizarras de Méndez, por aflorar cerca de la Estacion de Méndez, al Oeste de Tampico; no se puede precisar su potencia, i en cuanto a su edad, Dall las ha referido al eoceno inferior. Por último, sobre las pizarras de Méndez se encuentra una serie de calizas, pizarras arcillosas impuras fosilíferas, algunas veces con conglomerados, que se han referido al oligoceno; tanto de esta formacion como de las pizarras de Méndez, no se sabe que tengan hasta ahora importancia económica.

Las calizas de Tamasopo se encuentran bastante plegadas, en tanto que las formaciones que sobre ellas descansan, se encuentran mucho ménos plegadas, formando pliegues monoclinales, anticlinales i synclinales, por lo jeneral no mui acentuados; es importante señalar, en estas rejiones, la existencia de las condiciones esenciales para la acumulacion del petróleo que he mencionado ántes, pues la caliza porosa i cavernosa de Tamasopo, sirve de receptáculo petrolífero, el cual se encuentra cubierto por capas impermeables de arcilla, margas i pizarras arcillosas, de las series San Felipe i Méndez.

(1) Véase «Guide des Excursions du Xe. Congrès Géologique International, México». Excursion du Nord XXX-páj. 10.

Entre Micos i Taninul se pueden apreciar la estratigrafía i tectónica de las capas sedimentarias ántes citadas i es interesante hacer notar, el levantamiento de las calizas de Tamasopo, en la Sierra del Abra, donde afloran de nuevo con estructura monoclinial i la presencia de dos importantes fallas.

Las intrusiones ígneas que atraviesan a las capas sedimentarias refe-

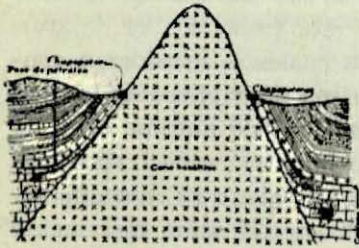


Fig. 1

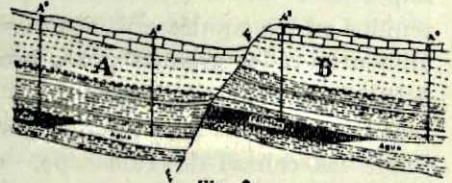


Fig. 2

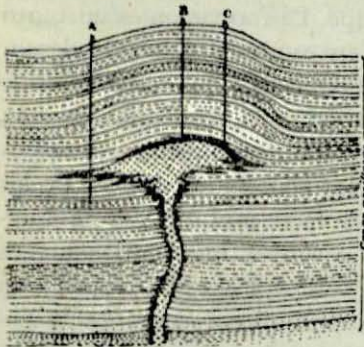


Fig. 3.

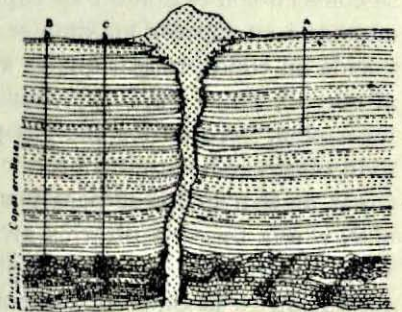


Fig. 4

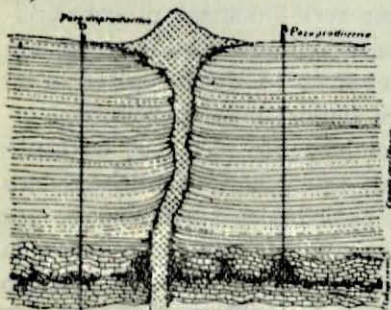


Fig. 5



Fig. 5

(Proyección horizontal)

ALGUNOS TIPOS  
DE  
YACIMIENTOS MEXICANOS  
DE PETRÓLEO

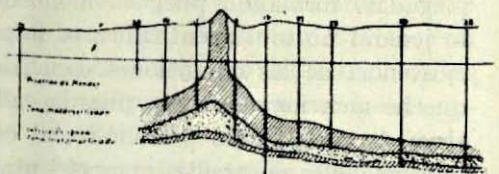


Fig. 6



ridas, imprimen un carácter especial a ciertos tipos de yacimientos mejicanos de petróleo, dando lugar en sus aureolas de metamorfismo a zonas porosas que impregnadas despues de petróleo han servido de receptáculos petrolíferos, como pasa en Furbero (1) (Lámina II, fig. 6) o bien estas intrusiones ígneas han obrado como diques, impidiendo el paso del petróleo de uno a otro lado de las rocas cortadas i obligándolo a seguir un camino ascendente por las zonas de contacto entre las rocas ígneas i sedimentarias al tener lugar la emigracion del petróleo de que ya he hablado. Esta teoría para la acumulacion del petróleo, concebida por el señor Injeniero J. D. Villarello, ha sido designada por él, con el nombre de «teoría de las barreras subterráneas impermeables».

Los siguientes son tipos interesantes de yacimientos petrolíferos mejicanos. El representado en la figura 1 (Lámina II) es el de un cono basáltico, segun Clapp, que atraviesa a las calizas de Tamasopo i a las capas que sobre ella descansan; las chapopoteras se encuentran precisamente en el contacto del cono con las rocas sedimentarias, i el petróleo se encuentra alojado en las capas alrededor del cono; la figura 2 representa un segundo modo de acumulacion, segun D. Hager, que se presenta con frecuencia en yacimientos mejicanos importantes de petróleo; este corte representa una falla, es decir, una fractura segun el plano de la cual ha resbalado el block A, hácia abajo del B (falla normal), provocando una concentracion de petróleo en el primer block, como si se tratara de un synclinal, i en el segundo como si fuera un anticlinal. Las figuras 3, 4 i 5 representan, de una manera esquemática, cuellos volcánicos que han atravesado las capas sedimentarias en casos distintos: en la figura 3 la intrusion volcánica no llegó a la superficie, formando, por esto, una lacolita i en el de las figuras 4 i 5 la intrusion llegó a la superficie, dando oríjen a un cono volcánico, tal como el que se ve en la figura 1 (Lámina III), que representa un cono volcánico de esta naturaleza en el campo de Tres Hermanos. El petróleo se ha acumulado en cada caso alrededor de dichos cuellos, pero de maneras diferentes, de tal suerte, que en el caso de la figura 3, un pozo profundo A, encuentra solamente huellas de petróleo, i en los dos de ménos profundidad B C, se ha obtenido gran produccion. En el segundo caso (Lámina II, figura 4) tiene lugar precisamente lo contrario: el pozo A, poco profundo, se abandonó despues de atravesar el basalto del cuello volcánico, i los B i C alcanzaron el horizonte petrolífero en excelentes condiciones, ya sea que el petróleo provenga de capas porosas impregnadas (Lámina II, fig. 4) de petróleo o de calizas cavernosas (Lámina II, fig. 5). Los tipos de criaderos mejicanos presentan aun mayor variedad, pero no me detendré mas en ellos, por no alargar demasiado esta conferencia; solamente haré

---

(1) The Furbero Oil Field, Mexico by E. Degolyer, Trans. of the Am. Inst. of Mining, Vol. LII, 1916, páj. 268.

notar que en las zonas petroleras del Golfo se presentan con frecuencia los pozos productores localizados cerca de estos cuellos volcánicos o en ciertas jibosidades de las pizarras arcillosas, algunas de las cuales provienen de la presencia de lacolitas, como la que acabo de señalar. La primera explicación, relativa a este modo de acumulación, fué dada por el señor Ordóñez, quien dice lo siguiente (1): «Supongo que durante la formación de los tubos i la venida de las masas de materia ígnea intrusiva, hubo cierta absorción de los materiales sedimentarios por la materia ígnea en fusión de las profundidades; también hubo la ruptura de las rocas sedimentarias cerca de la intrusión i finalmente se formó una aureola angosta alrededor del tapon, de material triturado o conglomerado producido por fricción, cuya zona sirve en muchos casos para la elevación del petróleo a la superficie, dando lugar a la formación de filtraciones de acumulación muy lenta, llamadas «chapopoterías». Buen número de «chapopoterías», cerca de las cuales se han hecho importantes descubrimientos, se encuentran al pie de los cuellos, entre las margas i la roca basáltica; otras exudaciones quedan en los flancos de los domos. En no pocos casos se han encontrado tortas de chapopote secas i duras con aceite viscoso en el centro, suave, como recientemente emanado, en el fondo de pequeños anfiteatros o espacios cercados en forma de herradura, o en jeneral, en las cavidades formadas por líneas curvas de colinas volcánicas o de pequeñas sierras. Estos diferentes casos de localización de chapopoterías son muy favorables para la localización de los pozos cerca de ellas, como se ha comprobado por la experiencia (Cerro de la Pez, Chijol, Juan Casiano, Cerro Azul, etc.) Un número de pequeñas filtraciones se encuentra en medio de la llanura costeña lejos de cualquier accidente topográfico saliente. Se observa frecuentemente entonces que el petróleo que exuda no viene directamente de debajo del lugar, como se ve desde la superficie, sino que ha corrido, algunas veces por una distancia considerable, sobre las margas entre éstas i el material arcilloso grueso que cubre aquella roca».

Me ocuparé ahora de los grandes pozos brotantes o «gushers» mejicanos i de los accidentes que han tenido lugar durante su aparición. Los grandes «gushers» son Cerro Azul número 4, Potrero del Llano número 4, Juan Casiano número 7 i Dos Bocas; mencionaré también, aunque son de menor importancia, a los pozos: de la Corona, Los Naranjos número 1, Alazán, Alamo i Tierra Amarilla.

El gran «gusher» de Cerro Azul (Lámina III, fig. 2) declarado actualmente el mas grande del mundo, brotó el 10 de Febrero del presente año, en terrenos de la propiedad de la «Mexican Petroleum Company». Circunstancias singulares se presentaron al brotar este pozo: cuando se alcanzó la cubierta de rocas impermeables i fué perforada, el petróleo brotó con

(1) Véase «Sobre algunos ejemplos probables de tubos de erupción», Mem. Soc. Alzate, tomo 22, 1905 i también: «A short note on the oil fields of Mexico», 1916.

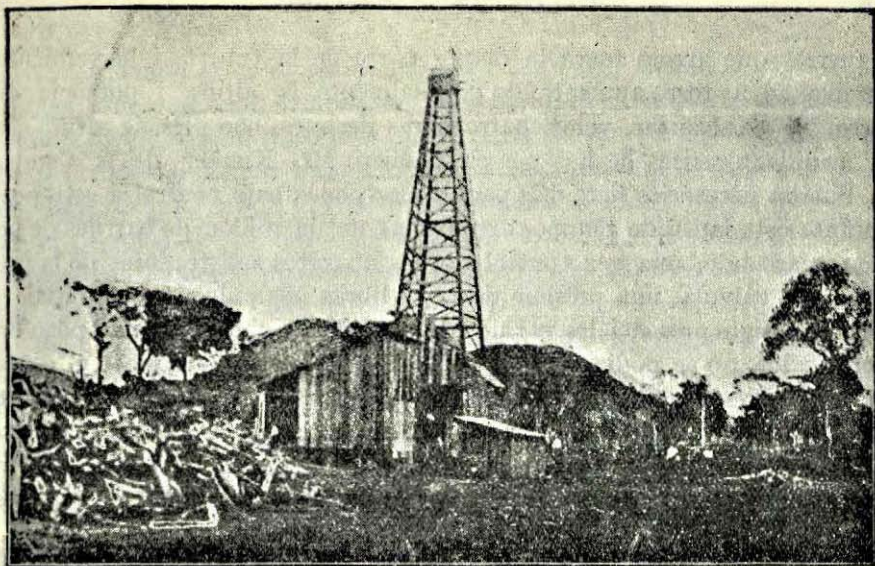


Fig. 1.—Cono volcánico en el Campo de Tres Hermanos

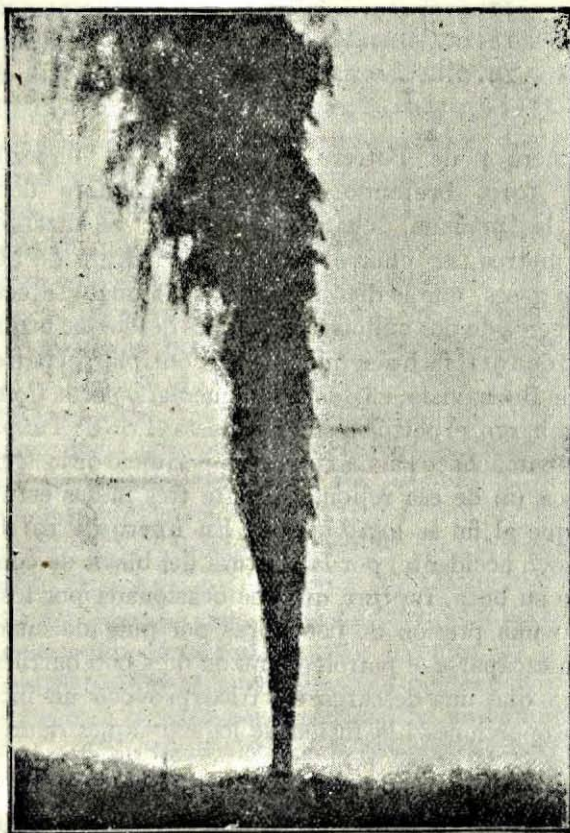


Fig. 2.—Gran gusher de Cerro Azul N.º 4

tal fuerza, que arrojó fuera la mayor parte de la tubería i herramienta, destruyendo a torre aumentando gradualmente la altura i potencia del chorro hasta alcanzar, veinticuatro horas despues, 600 piés de altura, segun medidas precisas hechas por el Injeniero Mr. Kunkel, de la Compañía. Fueron necesarios siete días para poder poner bajo control a este pozo i durante este lapso de tiempo, arrojó mas de un millon de barriles de petróleo, marcando, una vez controlado, los aparatos rejistradores de la presion de la válvula, una presion de 1050 libras por pulgada cuadrada.

Segun testigos presenciales, el ruido de la salida del chorro de este pozo era ensordecedor, no se podia oír hablando a gritos i era maravilloso el espectáculo que presentaba en las noches de luna o a los rayos del sol durante el dia. La produccion de este pozo es actualmente de mas de 260 000 barriles diarios (1); i las medidas hechas por Mr. Kunkel para su produccion, durante cinco días, despues de controlado, dieron los resultados siguientes:

Febrero 15.....	152 000	barriles	diarios.
» 16.....	190 209	»	»
» 17.....	211 008	»	»
» 18.....	221 186	»	»
» 19.....	260 858	»	»

El pozo número 4 de Potrero del Llano, se empezó a perforar el 9 de Junio de 1910, brotando el 27 de Diciembre del mismo año. A las dos de la mañana, cuando se habia alcanzado una profundidad de 587 metros el chorro alcanzó la altura de 50 metros con gran cantidad de gases, que le dieron la forma de una V abierta. Se calcula que se perdieron cerca de dos millones de barriles desde que brotó el pozo hasta el 31 de Marzo de 1911, fecha en que se logró controlar; el petróleo que brotó pasó al Arroyo de Buenavista, en donde fué quemado por la Compañía en gran parte; pero sin embargo, el petróleo escurrió hasta el rio de Tuxpan, pasando a la laguna de Tampamachoco i al mar con gran perjuicio de la agricultura, la ganadería i la pesca (2) de esa rejion. Durante tres meses estuvo saliendo el petróleo hasta que al fin se logró captar. En Enero de 1914 se rejistró en este pozo un nuevo accidente, por la ruptura del block de concreto con que se habia cerrado su boca, ruptura que fué ocasionada por los gases que estaban ejerciendo una presion de 600 libras por pulgada cuadrada, comenzando otra vez a escaparse el petróleo a razon de 5 000 barriles diariamente, hasta Agosto, en que una descarga eléctrica provocó un incendio que revistió grandes proporciones i la fusion de los empaques de la tubería i vál-

(1) I. C. White, loc. cit.

(2) Boletin del Petróleo núm. 2, vol. I, Accidentes en los grandes pozos de petróleo, por el Inj. Julio Baz, páj. 135.

vulas, orijinando grandes escapes de petróleo i con ellos aumentando aun mas las proporciones del incendio. Este incendio se trató de dominar empleando diversos procedimientos sin lograrlo, hasta que al fin se consiguió aislarlo, rodeándolo por bordos de tierra, logrando su completa estincion tras dura i penosa labor, por medio de láminas, piedras i rieles, que separaban el petróleo de los gases, i por medio de bombas centrifugas de tierra i vapor. Actualmente produce este pozo 110 000 barriles diarios, sin mostrar apariencia de decaimiento.

El 8 de Setiembre de 1910, brotó el pozo número 7 de Juan Casiano, alcanzando el chorro de petróleo tres veces la altura de la torre (1); despues de cerrar la válvula pasó algun tiempo sin accidente alguno, pero despues se empezaron a abrir grietas en la tierra por las que empezaron a salir grandes cantidades de petróleo i gases, que obligaron a abrir la válvula en toda su capacidad, cesando desde ese momento de salir el petróleo por las grietas. Este pozo ha producido 44 000 000 de barriles i con la válvula enteramente abierta se han medido 60 000 barriles al dia; actualmente la válvula no está completamente abierta i por esto su produccion es solamente de 30 000 barriles.

En la Hacienda de San Diego del Mar, entre los esteros de Carbajal i Dos Bocas, brotó el gusher de este nombre el dia 4 de Julio de 1908, a la profundidad de 550 metros; al brotar el petróleo arrojó la mayor parte de la tubería del mismo pozo i los gases combustibles, que en enorme cantidad acompañaron la emision del petróleo, gases que se pusieron en contacto con los fuegos de la caldera que servia para mover la maquinaria de la perforacion, ocasionando el incendio mas grande que ha tenido lugar en la rejion i el cual duró 58 dias, perdiéndose durante él, una enorme cantidad de petróleo que se ha estimado en 3 000 000 de barriles. Este incendio se estinguió por sí mismo al brotar gran cantidad de agua salada del citado pozo, en el cual se ha formado actualmente un hundido de cerca de 300 metros de radio, el cual aparece como una laguna de agua salada caliente, que brota aun acompañada de poco petróleo i gran cantidad de gas.

Diré ahora algunas palabras sobre los sistemas de perforacion usados en Méjico, i las profundidades máximas que se han alcanzado. Actualmente hai dos sistemas universalmente aceptados para la perforacion de pozos: uno es el llamado de *percusion* i el otro es el *rotatorio hidráulico*. En el primero la perforacion se hace por medio de herramientas suspendidas a un cable, que por su caida libre i alternativa trituran las rocas, bastando el peso de ellas i el del cable para ejecutar esta operacion; en el rotatorio hidráulico la perforacion se hace por una varilla o un tubo rotatorio, que va de la boca del pozo a su fondo, en donde se aplica la herramienta que jira en la estremidad del tubo i que desgasta las formaciones atravesándolas

---

(1) Boletin del Petróleo núm. 2, vol I, loc. cit.

como una broca; la roca molida forma lodo, que se extrae al exterior, introduciendo agua a presión, que circula en el interior del tubo, de dentro para afuera. El sistema de percusión comprende los tipos conocidos con los nombres de Standard, Canadense, Californiano, Imperial, Krupp, etcétera, que aplican todos el mismo principio, i el rotatorio los tipos de Davis-Calyx, Diamante, etc. En Méjico se emplean los dos sistemas; el rotatorio da muy buenos resultados para perforar rápidamente las pizarras arcillosas, en tanto que el de percusión, es muy eficaz para perforar las capas alternadas de calizas i pizarras arcillosas de la serie San Felipe, así como las calizas duras de Tamasopo, aun cuando es muy frecuente que se combinan estos dos sistemas durante la perforación de un pozo. Se han experimentado también los sistemas Fauck i Canadense, los cuales parece que no han presentado decididas ventajas, i sí inconvenientes por la reparación de esta maquinaria, i dificultad de conseguir piezas de refacción, por lo que se han tenido que abandonar.

La profundidad máxima que se ha alcanzado en los pozos de explotación ha sido 4 640 piés en el campo de Furbero, estando comprendida la profundidad de los pozos en la región Tampico-Tuxpan, entre 2 500 piés i 4 000 (pozo número 1 de San Pedro), pudiendo estimarse las profundidades más comunes entre 2 200 a 2 600. Los pozos de las regiones Tehuantepec i Tabasco-Chiapas son relativamente poco profundos. A propósito, i como nota interesante, diré que el pozo más profundo del mundo es el de Czuchow, en Silesia, llevado hasta una profundidad de 7,349 piés, habiendo comenzado su entubación con un diámetro de 17 pulgadas en la boca i habiendo terminado en su fondo, con dos pulgadas, siendo la temperatura registrada allí, de 83° C. El pozo más profundo de los Estados Unidos, está cerca de West Elizabeth, en Pennsylvania, i tiene 5 575 piés con un diámetro en su superficie de 10" i en su fondo de 6", habiendo costado 40 000 dólares.

A tales profundidades se comprende lo laborioso que es entubar la perforación, lo que se hace necesario para impedir, cuando se atraviesan formaciones blandas, el derrumbe de sus paredes. Los tubos que se emplean son de fierro o acero i los diámetros varían entre 20", 17", 10", 8 $\frac{1}{4}$ ", 6 $\frac{1}{4}$ ", 4 $\frac{1}{2}$ " i 2"; en Bakou, en Rusia, se han llegado a usar, escepcionalmente, tubos de 36". El objeto principal del perforista es conservar la entubación del diámetro mayor hasta la mayor profundidad posible. La entubación es una de las operaciones más costosas en la perforación de un pozo, tropezándose a veces, durante su ejecución, con grandes dificultades, cuando se atraviesan capas de agua, arenas sueltas, grandes cavidades naturales, etcétera, en cuyos casos se tiene que emplear tubos especialmente contruidos, para vencer las dificultades. Además de desempeñar la entubación el papel de ademe, impidiendo el derrumbe de las paredes de la perforación, sirve para que el petróleo ascienda a la superficie por ella, constituyendo

entonces un conducto impermeable, el cual, cerrado en su parte superior, por medio de una válvula, permita gobernar la salida del petróleo como se quiera.

Para hacer aun mas impermeable este conducto, es necesario efectuar la operacion llamada cementacion. En efecto, esta operacion es indispensable para asegurar el perfecto control del pozo, pues las grandes presiones a las que se encuentra confinado el petróleo en sus yacimientos, hacen que por falta de union absoluta entre el revestimiento metálico i la roca del fondo del pozo, el petróleo salga, no sólo por el interior de la entubacion, sino tambien entre ésta i las paredes de la perforacion, i si en estas condiciones se cierra la válvula, la cantidad de petróleo que sale entre éste i la roca, aumenta considerablemente i pone en peligro al pozo por derrumbe. En los campos mejicanos, se han dado varios casos como lo hemos visto ya, en que por imprevision empiecen a brotar alrededor de la boca del pozo, gases i petróleo en gran cantidad, ocasionando desperdicios i los incendios a que me he referido. Otras veces el petróleo al circular entre la entubacion i la roca ha deslavado ésta, aumentando considerablemente el diámetro de la perforacion i creando dificultades mui serias para el control del pozo. Para la cementacion se puede emplear un cemento cualquiera de buena calidad i el procedimiento que da mejores resultados es el de emplear dos taponess de cementar i verter o bombear la mezcla del cemento, dentro del revestimiento forzándola despues a penetrar de abajo hácia arriba, por fuera del revestimiento, bajo la presion de una bomba poderosa.

Toda la entubacion se encuentra ademas en la superficie asegurada en los grandes pozos por un anclaje especial que se construye en la boca del pozo i que tiene la forma de una ancla invertida con una cruz que se fija en el block de concreto, que por lo comun es necesario construir en la boca de los grandes pozos.

Las torres que se usan para el sostenimiento, durante la perforacion de las poleas por las cuales pasa el cable, pueden ser de madera o metal; las metálicas son ventajosas porque son mui lijeras i duraderas i se prestan mas a su trasporte por mar, desarmadas; en Australia se emplean únicamente las de acero a causa de que una especie de hormigas blancas se comen todos los artículos de madera; en Chile i el Perú se usan tambien metálicas a causa de la excesiva sequedad atmosférica. En Méjico se emplean, hasta hoi, solamente las de madera por la abundancia de maderas de excelente calidad en los campos petroleros i porque no existen en ellos los inconvenientes señalados.

Para conducir el petróleo se hace uso de los oleoductos, que son tuberías que lo conducen desde el pozo hasta los lugares de distribucion: embarque, refinerías, tanques, etc., siendo éste el medio mas económico de trasporte para el caso del petróleo, el cual es necesario inyectar en ellos con bombas poderosas. La capacidad de un oleoducto debe ser igual

a la produccion media del campo cuyo petróleo va a conducir i para el cálculo de esta capacidad se emplean diversas fórmulas, fundadas en las leyes que rige el escurrimiento del petróleo en las tuberías de fierro, para la aplicacion de cuyas fórmulas es necesario conocer los datos de viscosidad absoluta del petróleo i, ademas, el perfil de fuerza para el oleoducto, es decir, el perfil que representa la carga estática, perfil que está en relacion, como es natural, con el perfil del terreno. Con estos datos se puede calcular la potencia de las bombas, cuyas estaciones debe distribuirse a lo largo de un oleoducto; para la localizacion hai que hacer un trazo igual al de una via de ferrocarril. Bowie (1), que se ha ocupado especialmente de esta cuestion, recuerda el proverbio de que «ninguna cadena es mas fuerte que el mas débil de sus eslabones», i lo aplica diciendo que si en nueve estaciones de bombas tiene una capacidad de 30 000 barriles diarios i en la décima únicamente de 25 000 barriles, todo el oleoducto no tendrá mas que una capacidad de 25 000 barriles, cualquiera que sea el tiempo i el dinero gastados, mientras no se haya reforzado la décima estacion. En Méjico los oleoductos establecidos suman ya mas de 630 kilómetros, algunos de los cuales alcanzan ya lonjitudes mui considerables, tales como el de la «Huasteca Petroleum Co.», de Juan Casiano a Tampico, de 8" de diámetro i 106 kilómetros de desarrollo; el de Furbero a la Barra de Tuxpan, de la «Oil Field of Mexico» de 6" i de 90 kilómetros; el de San Diego a Chijol, de la Compañía Mejicana de «El Aguila», de 8" tambien i de 83,7 kilómetros de lonjitud; hai, ademas, varios con desarrollo de 52, 37, 33, 19, 15 i 11 kilómetros i son numerosos los ramales de 8 a 2 kilómetros de lonjitud i con diámetro de 8" a 6".

Para almacenar el petróleo se usan tanques que pueden ser de acero, madera o concreto i presas de tierra. Los tanques que hai actualmente en nuestros campos petroleros son 373, en su mayoría de acero, i hai 62 presas de tierra con capacidad total para almacenar mas de 3 500 000 metros cúbicos de petróleo. En Tankville, al Sur de Tampico, la «Huasteca Petroleum Co.», tiene 61 tanques de una capacidad de 55 000 barriles cada uno; en Terminal 38 de la misma capacidad i en San Jerónimo 12, tambien de 55 000 barriles cada uno. Las presas de tierra llegan a ser de capacidades mui considerables i citaré entre ellas a la que la «Freeport and Mexican Fuel Oil Corporation» tiene en Zurita de 57 240 metros cúbicos de capacidad.

De los tanques o directamente de los oleoductos toman el petróleo que se esporta, los barcos-tanques de las diferentes compañías, los cuales forman ya una flotilla de cerca de 250 toneladas de capacidad. El barco-tanque es el vehículo construido *ad hoc* para el transporte por mar del petróleo i en la construccion de sus cisternas se toman precauciones para im-

---

(1) «Engineering News» núm. 23.—Dic. 1915.



pedir que los gases que se desprenden del petróleo puedan ponerse en contacto con el fuego de la caldera i ademas se tienen en cuenta para los recipientes que contienen el petróleo, la expansion i contraccion de éste i los movimientos del petróleo dentro de ellas, durante la navegacion, de tal manera que automáticamente se conserven siempre bien.

Para obtener los diferentes sub-productos que se emplean en la industria, derivados del petróleo, hai necesidad de refinar el petróleo crudo en plantas especiales de reduccion o refinación. Los procedimientos de refinacion comprenden operaciones de decantacion, filtracion i destilacion fraccionada, segun la naturaleza del petróleo por tratar i productos que de él se pretendan extraer, constituyendo los de destilacion la refinacion propiamente dicha. Hai, ademas, el procedimiento conocido con el nombre de *destilacion destructora o desintegrante*, que consiste en destilar los petróleos crudos a una temperatura mas elevada que la temperatura normal de ebullicion de los constituyentes que se desean descomponer, siendo el resultado de esta destilacion, que los aceites pesados sufran una destruccion molecular; esta destruccion se efectúa en los destilados que se forman al comenzar la operacion i que caen de nuevo, despues de condensados, al contenido del alambique, formando al descomponerse, nuevos compuestos; este procedimiento hace tiempo que se aplica al petróleo crudo, porque con su empleo se puede obtener mayor proporcion de aceites iluminantes i de aceites que tienen un punto de ebullicion mas bajo que los obtenidos por destilacion simple, puesto que en esta última un gran por ciento de petróleo puede quedar bajo la forma de aceites pesados o de parafina.

Méjico cuenta con refinerías en Minatitlan, en Tampico, en El Ebano i en Veracruz. La mas importante es la de Minatitlan, que pertenece a la Compañía de Petróleo «El Aguila»; las de Tampico i Ebano a la Huasteca Petroleum Co. i Mexican Petroleum Co. i la de Veracruz, que es de corta capacidad, a la Water Pierce Company. En la refinería de Minatitlan se refina casi esclusivamente el petróleo crudo del pozo del Potrero del Llano, aunque se tratan algunas cortas cantidades de petróleo de Furbero i Tequanapa. El petróleo se destila, despues de pasar por una serie de precalentadores (1) en un sistema de alambiques continuos marca Nobel Hermanos de Bakou, obteniendo como residuo alquitran i como destilados nafta cruda, kerosena cruda, gas-oil i aceites parafinosos. Los destilados se tratan despues en ajitadores i de nuevo en alambiques para obtener kerosena refinada i gasolina; el alquitran se trata en una planta especial de asfalto para obtener petróleo combustible, lubricantes, parafina elaborada i asfalto. La capacidad de esta refinería es de 13 000 barriles diarios i se obtiene en ella varias clases de gasolina, parafina, gas-oil, petróleo combustible i mas de 25 clases de aceites lubricantes. Las refinerías con que cuenta Méjico,

---

(1) Véase la descripcion de esta Refinería hecha por el Inj. Jerman García Lozano, en el Boletín del Petróleo, vol. I, núm. III.

actualmente no son suficientes para elaborar las grandes cantidades de petróleo que produce i por estas circunstancias se esporta mucho de su petróleo crudo, para su refinacion en el extranjero.

En los primeros tiempos la humanidad utilizó, aunque de una manera primitiva, las propiedades iluminantes i caloríficas del petróleo, así como algunas de sus cualidades medicinales. Hoi se han multiplicado sus usos a tal grado que sería tarea larga enumerarlos siquiera; citaré únicamente los principales. El uso mas importante i jeneral del petróleo es, en la actualidad, su empleo como combustible en lugar del carbon, en las calderas de las locomotoras, de las máquinas de la marina i en otras muchas especies de máquinas i, en estos momentos, especialmente en la marina de guerra; el asfalto i los residuos del petróleo refinado, se emplean en pavimentos i para mejorar los caminos carreteros emparejándolos i haciéndolos poco polvosos. En Méjico se empleó con éxito el petróleo crudo para extinguir la plaga de mosquitos que invadió a esta capital a mediados del año 1901, poniendo petróleo en el agua de los canales, zanjas, charcos, etc.; es curioso hacer notar que las larvas del mosco mueren por asfixia, pues la capa de petróleo que sobrenada en el agua constituye una capa aisladora de la atmósfera, que impide la fijacion de la larva en la superficie del agua i su respiracion.

Los sub-productos lijeros obtenidos por la destilacion del petróleo crudo, se emplean como aceites iluminantes (kerosena, gas-oil, gasolina, etc.); los ménos lijeros para aceites lubricantes (aceite negro, aceite dorado, diamante, blanco, lana, etc.); i de los productos pesados se obtiene la parafina i el asfalto. Otros productos del petróleo constituyen una fuente de fuerza, empleados en motores especiales: motores de gas, de gasolina, etc., para mover malacates en las minas, automóviles, molinos, motores de fábricas, etc. El petróleo quemado en estufas a propósito, sirve para usos domésticos, (para cocinar, calefaccion, etc.). La medicina emplea como un vehículo para la aplicacion esterna de los ajentes curativos, sobre todo, cuando se trata de obtener una accion local, mas que la absorcion, a la vaselina, grasa estraída del petróleo de superioridad indiscutible a otras grasas de orijen animal, usadas con tal objeto; la metalurgia emplea tambien la vaselina para proteger de la oxidacion a los metales. El producto volátil obtenido del petróleo llamado *rhigolina* (1) se emplea en medicina como anestésico por el frio que produce; i por último, la farmacia utiliza el ictyol (ictyo-sulfonato de amonio) obtenido por la accion del ácido sulfúrico sobre el aceite mineral, aplicándose este medicamento para los casos crónicos de eczema, soriasis i otras enfermedades cutáneas.

---

(1) La rhigolina es la fraccion líquida mas volátil que se obtiene al refinar un petróleo crudo; consiste en gran parte de pentana  $C_5H_{12}$ ; su punto de ebullicion es de 18° C. i su peso específico es de 0.620 i es estremadamente volátil, propiedad que permite usarla como anestésico.

Las ventajas que presenta el petróleo empleado como combustible, sobre el carbon, son numerosas, pues es de un poder calorífico superior i por consiguiente mas eficaz; ocupa poco espacio i es poco pesado, es mucho mas limpio en su manejo, no produce hollin i casi ningun humo, presentando, por último, grandes facilidades en su transporte, almacenamiento i aprovisionamiento en alta mar; todas estas ventajas hacen que se prefiera hoi al petróleo como combustible, sobre todo, como ya se ha dicho, en la marina de guerra.

La circunstancia de poderse emplear el petróleo mejicano tal como sale del pozo, unida a las ventajas que acabo de señalar, jenerales al petróleo i ademas su bajo precio relativo en el mercado mundial, hacen del petróleo mejicano un combustible que no es exajerado calificar de ideal. Esto hace que un 60% del petróleo mejicano sea esportado a los Estados Unidos del Norte, donde se emplea principalmente como combustible, que gran parte del resto se esporta a las Américas Central i del Sur i a Europa, con el mismo objeto, i que una corta cantidad se quede en Méjico para usos locales o para su refinacion. Las determinaciones hechas en el Instituto Jeológico por medio de la bomba calorimétrica de Mahler, para el poder calorífico de algunos petróleos de las rejiones Tampico-Tuxpan i Tehuantepec han dado cifras comprendidas entre 10 100 i 10 465 calorías, cifras mui superiores a las que corresponden a los poderes caloríficos de nuestros mejores carbones de Coahuila, que están comprendidos entre 6 100 i 6 350 calorías, lo que da una superioridad próximamente de un 40% al petróleo crudo sobre el carbon, empleado como combustible.

La breve esposicion que acabo de hacer sobre las condiciones en que se encuentra el petróleo en Méjico, deja la impresion aun en el ánimo ménos optimista, de la asombrosa posibilidad de produccion de nuestro pais i puede asegurarse, que el petróleo mejicano está llamado a predominar en el mercado mundial o cuando ménos en el de América, por un largo período de tiempo, puesto que ya son mui numerosas las localidades donde se ha comprobado la existencia de yacimientos de petróleo i que algunos de éstos se han revelado enormes, en cuanto a su capacidad. Pero debemos pensar en que, por grande que sea esta capacidad, los criaderos de petróleo son agotables en un período de tiempo relativamente corto, que su vida, jeológicamente hablando, se califica de efimera i por último que nueve décimas partes de nuestra produccion de petróleo se esporta, dejando al pais un beneficio mínimo. Tócale, pues, al Gobierno actual, preocuparse por la mejor utilizacion de esta riqueza nacional, dictando leyes sábias i justas que protejan el completo desarrollo de la industria petrolera i procurando el mayor consumo del petróleo en el pais, facilitando para esto su transporte por medio de oleoductos de uso público i la multiplicacion de refinarias que elaboren los productos derivados del petróleo crudo. Ya la Secretaría de Fomento, por medio de su Departamento de Minas i Petróleo,

se ocupa de la reglamentacion de este importante ramo de la industria nacional i proyecta la perforacion de pozos, para proveer del precioso combustible a nuestros ferrocarriles nacionales; i el Instituto Jeolójico, por su parte, estará mui pronto en aptitud de emprender exploraciones sistemadas en diversas rejiones del pais, en busca de nuevos yacimientos i el desarrollo, por consiguiente, de nuevos campos petroleros i de estudiar la física i la química de los petróleos mejicanos, en su nuevo departamento, creado esclusivamente para este objeto.

Nosotros, como mejicanos, debemos contribuir a esta difícil pero fructuosa tarea del Gobierno, con nuestra labor personal, para realizar así armónicamente una suprema aspiracion nacional: la independencia económica de Méjico i con ella el engrandecimiento de la Patria.

Méjico, Noviembre 15 de 1916.



## Situacion de los mercados de minerales, metales i combustibles

Febrero 28 de 1917.

COBRE.—Ha habido poca actividad en los negocios en el mercado de cobre de Lóndres, pero lo precios se han sostenido bien. En Nueva York, la tendencia del mercado es firme; sin embargo, las transacciones no han sido grandes.

Se cotiza en Lóndres el *standard* de £ 140 a £ 140.10.0 al contado, i de £ 136 a £ 136.10.0 tres meses; el *best selected* de £ 147 a £ 144, i el electrolítico de £ 149 a £ 146.

ESTAÑO.—Los precios de este metal han experimentado varias fluctuaciones en la semana pasada. Al cierre, sin embargo, han quedado prácticamente al mismo nivel de la semana anterior. Los negocios en estaño ingles son escasísimos, registrándose algunas transacciones en estaño no ingles al precio máximo. De los paises aliados se han recibido muchas órdenes.

La amenaza de los submarinos alemanes así como las perspectivas de guerra, han influido enormemente sobre los mercados americanos. En Nueva York hay gran actividad en las transacciones, cotizándose el estaño del pais a 50 centavos por libra i el de los Estrechos a 54 centavos.

En Londres, el estaño *standard* se cotiza de £ 197.15.0 a £ 198 al contado i de £ 197.10.0 a £ 197.15.0 tres meses.

---

PLOMO.—Continúa cotizándose el plomo español en Londres de £ 30.10.0 a £ 29.10.0 i el ingles a £ 32.5.0.

---

ZINC.—Los negocios en zinc son muy activos, habiendo subido los precios 30 chelines para entregas prontas i 35 chelines para entregas a plazos. La cotizacion oficial es actualmente de £ 56 a £ 53.

---

PLATA.—Mercado mui firme i precios sostenidos. Se cotiza en Londres a 38¼ d. por onza.

---

ANTIMONIO.—Nominal.—El Gobierno ingles sigue pagando £ 85 por tonelada para el consumo de las fábricas de municiones.

---

ALUMINIO.—Nominal.—Se cotiza en Inglaterra, al precio de £ 225, fijado por el Gobierno ingles, el galápago de 98 a 99 por 100 de pureza.

---

MERCURIO.—£ 19.10.0 a £ 19.15.0 por frasco.

---

NÍQUEL.—£ 225 por tonelada.

---

PLATINO.—£ 290 a £ 260.

---

BISMUTO.—11 chelines por libra.

---

CADMIO.—7 s. 9 d. por libra.

---

CROMO.—7 s. 6 d. por libra.

---

COBALTO.—8 s. por libra.

---

SULFATO DE COBRE.—£ 63.10.0 por tonelada.

---

#### MINERALES:

*Molibdenita* (90 por 100  $\text{MoS}_2$  mínimo), 105 s. por unidad.

*Wolfram* (70 por 100  $WO_3$  puro), 55 s. id.

*Scheelita* (70 por 100  $WO_2$ ), 55 s. id.

CARBONES.—*Carbones asturianos:*

	Ptas.
Cribados.....	85,00
Galleta.....	83,00
Granza.....	78,00
Menudos.....	65,00
(Sobre vagon en las minas).	

*Carbones ingleses:*

	F. o. b.	
	s. d.	s. d.
Cardiff, almirantazgo superior.....	Nominal	
Newport, cribados.....	27 /-	a 29 /-
Idem, menudos.....	18 /-	20 /-
Newcastle, cribados de vapor.....	28 /-	
Idem, menudos.....	18 /-	20 /-
Idem, cok de fundicion.....	40 /-	42 /6
Idem, cok de gas.....	32 /-	

METALES EN NUEVA YORK (7 Febrero):

*Aluminio*, 59 a 60 centavos por libra.

*Antimonio*, 14  $\frac{1}{2}$  a 15 centavos por libra.

*Azogue*, 100 dólares por frasco.

*Níquel*, 45 a 50 centavos por libra; 5 centavos mas el electrolítico.

*Platino*, 100 a 105 dólares por onza.

*Paladio*, 85 dólares por onza.

MINERALES EN NUEVA YORK (7 Febrero):

*Minerales de antimonio*, 1,85 dólares por unidad.

*Minerales de tungsteno*, 17 dólares por unidad (próximamente 6 000 pesetas la tonelada de 65 por 100).

*Minerales de molibdeno*, 1,80 dólares por unidad.

*Baritas*, 99 por 100, grueso, 18 dólares por tonelada.

*Berilo*, mínimo, 12 por 100 de  $BeO$ , 4 centavos por libra.

*Minerales de cromo*, mínimo 40 por 100 de  $Cr_2O_3$ , 1 dólar por unidad.

*Espato fluor. metalúrgico*, 28 dólares por tonelada.

*Magnesita*, cruda, 25 dólares por tonelada.

*Magnesita*, calcinada, 65 dólares por tonelada.

*Tantalita*, garantizado, 65 por 100 de  $Ta_2 O_5$ , 15 dólares por unidad.

*Monacita*, arenas, mínimo 5 por 100  $Th O_2$ , 1,90 dólares por libra de óxido de torio.

*Rutilo*, mínimo, 95 por 100 de  $Ti O_2$ , 95 dólares por tonelada.

*Ilmenita*, mínimo, 50 por 100 de  $Ti O_2$ , 22,50 dólares por tonelada.

*Carnotita*, 2 por 100 de  $U_3 O_8$ , 130 dólares por tonelada.

*Zirquita*, grado metalúrgico, 80 por 100 de  $Zr O_2$ , 120 dólares por tonelada.

#### ULTIMOS PRECIOS DE LÓNDRES

Telegramas de la Casa *Bonifacio López i Cía.*, Bilbao:

<i>Cobre</i> .—Cobre standard, al contado.....	£ 140. 10.0
<i>Cobre</i> .—Best selected.....	147. 0.0
<i>Cobre</i> .—Electrolítico.....	149. 0.0
<i>Estaño</i> .—G. M.....	199. 15.0
<i>Estaño</i> .—Ingles, lingotes.....	206. 0.0
<i>Estaño</i> .—Ingles, barritas.....	207. 10.0
<i>Plomo</i> español sin plata.....	30. 0.0
<i>Plata</i> .—En barras standard por onza.	
Peniques.....	38 ¼
<i>Mercurio</i> .—Por frasco.....	19. 15.0
<i>Antimonio</i> .—Régulo.....	85. 0.0
<i>Aluminio</i> .—.....	225. 0.0
<i>Sulfato de cobre</i> .—Ingles.....	63. 10.0

Unicos i Exclusivos Representantes. para  
Chile i Bolivia de la afamada firma

# Ingersoll, Rand Co.

## NEW YORK.

La mas grande fábrica del mundo en su  
jénero para instalaciones de máquinas  
de aire comprimido; pioneers de los  
mas importantes trabajos de esca-  
vacion mecánica en túneles i

minas,

especialidad adquirida en 40

años de la

mas profunda esperiencia

i

variada práctica.

*Principales*

*Productos:*

Compresoras

eléctricas,  
hidráulicas i a  
vapor para aire i gas.

Perforadoras

de rocas de toda clase.

Martillos

telescópicos para trabajos  
de chimeneas i perforacion  
de tiros verticales e inclinados.

Remachadoras de

toda clase i dimensiones  
para trabajo de remacha-  
dura de puentes i cualquier  
clase de armadura de hierro.

Taladradoras "Little David" para  
perforacion de láminas metálicas.

Cortadoras neumáticas

Malacates neumáticos

Afiladora Leyner para barrenos

Estanques de alta presion, etc., etc.

Morandé 530

INTERNATIONAL

Santiago

MACHINERY Co.

Casilla 107-D