

# Posición relativa del carbón y el petróleo en los mercados mundiales y nacionales de combustibles

(Conferencia)

## INTRODUCCIÓN

A fin de justificar el hecho de que me haya permitido distraer la atención del Instituto y de los señores visitantes con esta exposición, que, degradingamente, adolecerá del defecto de ser un tanto monótona, me permito presentar el cuadro N.º 1, del cual pueden deducirse las siguientes consecuencias:

En la época que coincide más o menos con la iniciación de la Guerra Mundial, el consumo de carbón y petróleo combustible correspondiente a Chile—reduciendo el petróleo a carbón a razón de 1,4 toneladas del último por cada una del primero—ha sumado en total aproximadamente 2,7 millones de tons. de carbón, de las cuales un 7% correspondía al petróleo.

En 1929, el consumo de estos dos combustibles alcanzaba prácticamente a tres millones de toneladas, de las cuales un 48% representaban al petróleo. En consecuencia, éste último había elevado su

consumo en 750%, mientras el carbón había reducido el suyo en un 40%.

Los Estados Unidos de Norteamérica, que son el mayor productor de petróleo del mundo y nuestro principal proveedor, consumieron en 1913, 591 millones de toneladas de combustible, de las cuales el 12% correspondían al líquido. En 1927, su consumo alcanzó a 675 millones de toneladas de combustible, de las cuales correspondió al petróleo un 18%.

Mientras que Chile ha tenido en el lapso considerado, una disminución de 40% de su consumo de carbón, Estados Unidos ha logrado aumentar el suyo en un 5%.

Probablemente no haya una demostración más palpable que ésta, de lo desgraciada que ha sido la política seguida por el país en materia de combustibles, y de que se impone la necesidad de reaccionar en este sentido, no sólo por el interés de los capitales chilenos invertidos en la industria carbonera, sino y muy especialmente, para ayudar a la econo-

mía nacional en conjunto y servir el interés combinado de los obreros carboneros y el comercio y agricultura regionales.

Existe en Chile un concepto muy arraigado, de que el combustible líquido, por el hecho de ser tal, tiene sobre el carbón ventajas considerables, ventajas que constituyen la causa de que el combustible sólido se considere como condenado a desaparecer en definitiva.

Y los hechos y cifras que a continuación expongo, no tienen otro objeto que tratar de desvirtuar esta opinión.

SITUACIÓN COMPARATIVA DEL PETRÓLEO Y EL CARBÓN EN LOS MERCADOS MUNDIALES

La producción mundial de energía de orígenes diversos, puede observarse en el cuadro N.º 2, para cuya confección se han utilizado hasta el año 1925 los cálculos de F. G. Tryon, del «American Bureau of Mines», y para 1927, datos recopilados por el «Dresdner Bank» para la Conferencia Económica Internacional y por Sir Philip Nash en un trabajo presentado a la Conferencia Mundial de Energía de Londres en 1928.

CONSUMO DE CARBÓN Y PETRÓLEO EN CHILE Y ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA

Cuadro N.º 1

AÑOS	CHILE		ESTADOS UNIDOS	
	Cantidades en millones de Tons.		Cantidades en millones de Tons.	
	De carbón	De petróleo	De carbón	De petróleo
1911.....	2,5	0,2		
1913.....			516	75
1927.....			542	133
1929.....	1,5	1,5		

AÑOS	CHILE		ESTADOS UNIDOS	
	Porcentajes		Porcentajes	
	Carbón	Petróleo	Carbón	Petróleo
1911.....	93	7		
1913.....			88	12
1927.....			82	18
1929.....	52	48		

Como se deduce del cuadro, el carbón cuantitativamente ha mantenido más o menos las posiciones que ocupaba en 1913, pero relativamente ha disminuído en importancia debido a la participación siempre creciente del petróleo y la fuerza hidráulica.

Para poder hacer una comparación entre el petróleo y el carbón, es necesario descartar las otras fuentes de energía.

A este efecto, las suprimiremos lisa y llanamente, considerando que en caso de que ellas no existieran, el total a que ascienden podría haberse substituído por los dos combustibles principales, en la misma proporción en que se encuentra el resto. Como ellos alcanzan en conjunto sólo a un 8% del total, no se incurriría, aplicando este criterio, en un error apreciable.

PRODUCCIÓN MUNDIAL DE ENERGÍA EN LOS AÑOS 1913, 1920, 1923, 1925 y 1927

Billones de U. T. B.

Cuadro N.º 2

Fuente de Energía	1913	1920	1923	1925	1927
Carbón de piedra.....	34,986	33,739	34,797	34,400	36,735
Lignito.....	1,250	1,470	1,520	1,730	979
TOTAL CARBÓN.....	36,236	35,209	36,317	36,130	37,714
Petróleo.....	2,938	5,030	7,081	7,760	7,457
Energ. hidráulica.....	1,750	2,660	3,580	4,000	4,280
TOTAL GENERAL.....	40,924	42,899	46,978	47,830	49,451

PROPORCIÓN QUE REPRESENTAN LAS DIVERSAS CLASES

Carbón de piedra.....	85.5	78.7	74.1	71.9	74.3
Lignito.....	3.0	3.4	3.2	3.6	2.0
TOTAL CARBÓN.....	88.5	82.1	77.3	75.5	76.3
Petróleo.....	7.2	11.7	15.1	16.1	15.0
Energ. hidráulica.....	4.3	6.2	7.6	8.4	8.7
TOTAL GENERAL.....	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Por otra parte, el uso de la gasolina para vehículos motorizados y aviones, constituye un campo privativo de la industria petrolera, que los combustibles sólidos en ningún caso pueden pretender invadir. Por lo tanto, parece lógico comparar la situación relativa sólo en consumos en que pueda haber una mutua substitución.

Para restar la gasolina del petróleo, es suficiente recordar que antes de 1919 se obtenía más o menos un 25 % de ella por destilación fraccionada, del total de crudo.

En consecuencia, a los 3,000 billones de unidades térmicas que en 1913 corresponden al petróleo, es necesario restar 750 billones como cuota correspondiente a la gasolina.

En 1919 empieza a realizarse por primera vez el cracking del petróleo en escala industrial, procedimiento que describiremos más adelante y que permite obtener un mayor porcentaje de gasolina del crudo. En 1927 se estimaba (Fuel Conference, Londres 1928), que del total del crudo producido en el mundo, un 36 % se transformaba en gasolina debido a la generalización del cracking. En esta forma, dentro de la producción de petróleo de 1927, corresponderían a la gasolina 2,700 billones de unidades térmicas.

Una vez hechos estos raciocinios, la comparación entre los dos combustibles en un mercado igualmente accesible a ambos, podría tomar más o menos el siguiente aspecto:

(Billones de U. T. B.)

Combustible	1913	1925	1927	Aumento
				1913-1927 %
Carbón.....	36.236	36.170	37.714	4.02
Petróleo.....	2.188	5.060	4.757	117.—

Las posiciones relativas de ambos quedan esclarecidas en el cuadro que sigue:

Combustible	Porcentaje con que contribuyó a satisfacer el mercado mundial		
	1913	1925	1927
Carbón.....	94.3	88.—	80.—
Petróleo.....	5.7	12.—	11.—

Como puede observarse, la posición del carbón con relación al petróleo ha desmejorado a contar desde 1913.

Por otra parte, las cifras que anteceden permiten deducir una conclusión curiosa: mientras la población del mundo ha crecido de 1913 a 1927 en un 8,6% y el standard de vida en una proporción mucho mayor, el consumo mundial de calor no ha aumentado durante este mismo lapso, sino de 38,4 mil billones de unidades térmicas a 42,4 mil billones de la misma unidad, es decir, en un 14, %.

Ante la yuxtaposición de estos dos factores, el pequeño crecimiento del consumo de calor aparece como una contradicción, para explicar la cual es necesario tener presente que han entrado en juego otros factores que han contribuido a disminuir el consumo de combustibles, factores que pueden dividirse en tres grupos principales:

a) Mejoramiento de las máquinas que consumen y transforman el vapor producido en las calderas.

b) Aumento del rendimiento térmico de la caldera.

c) Mejoramiento de la eficiencia de la combustión.

*a) Mejoramiento de las máquinas que consumen y transforman el vapor producido en las calderas.*

En el año 1881, en la sesión celebrada en York por el Instituto de Ingenieros Mecánicos Ingleses, con motivo del cincuentenario de su fundación, sir Frederick Bramwell hizo la predicción de que cincuenta años más tarde, en 1931, los motores de combustión interna habrían desplazado totalmente a los de vapor, quedando en uso en el mundo sólo como curiosidad algunas máquinas de este tipo. Y tan impresionado estaba por los mo-

tores de combustión interna, que en 1903 instituyó un fondo destinado a servir en 1931, para costear un premio al mejor trabajo relacionado con su profecía.

Hemos dicho al comienzo que existe una gran dificultad para reunir el material estadístico en forma que se refiera a una sola época. Hasta este momento sólo hemos comparado cifras que corresponden al período inmediatamente anterior a la Gran Guerra, con las relativas a la época que precedió a la actual crisis mundial. Pues bien, para comparar la eficiencia de las máquinas de combustión interna con la de aquellas a vapor, es preciso tomar un lapso más largo todavía.

Los inventos de esta especie que han ejercido mayor influencia, pertenecen a las postrimerías del siglo pasado, y a continuación nos referiremos a ellos brevemente.

En 1876, Otto inventó su famoso ciclo de cuatro tiempos y construyó su primera máquina de combustión interna.

En 1881, en la reunión del Instituto de Ingenieros Mecánicos en York, antes citada, Dowson presentó su productor de gas, el cual permitió reducir el gasto de combustible por caballo/hora, a una cifra cercana a 230 gramos de antracita, mientras con las mejores máquinas de vapor de aquella época se conseguía una eficiencia térmica total de 12 %, lo que equivale a unos 775 gramos de antracita por caballo/hora.

La máquina a vapor estaba en uso desde hacía muchos años y los ingenieros conocían sus limitaciones. Así el Presidente del Instituto, sir William Armstrong, dijo, refiriéndose a este asunto: « Al expandir el vapor en un cilindro, llegamos muy pronto a un punto en que la presión que él ejerce sobre el émbolo es apenas mayor que la fricción, y resulta más conveniente dejar escapar el vapor. En un lenguaje figurado

« podríamos decir que sacamos la nata con el colador y botamos la leche ».

En esta forma, no es de extrañar que todas las opiniones estuvieran acordes en la pronta derrota del vapor.

Pocos años después se construyeron, especialmente en Alemania y Bélgica, máquinas inmensas de combustión interna, destinadas a aprovechar los gases de las cokerías, llegando en sus dimensiones hasta a unidades de 2,000 HP. en un cilindro. Pronto se comprobó que, con los esfuerzos a que se somete el material por los efectos de la presión y la temperatura, estas máquinas monstruosas sólo conducían al fracaso; y aún hoy día, con todo el progreso alcanzado en la producción de materiales, raras veces se exceden potencias de 500 HP por cilindro.

Las primeras máquinas de combustión interna tenían una velocidad máxima de 200 revoluciones por minuto, hasta que en 1883, Daimler inició la construcción de una, con una velocidad cinco veces mayor, máquina que después de ser probada con éxito en una bicicleta, fué perfeccionada para mover en 1887 el primer automóvil.

El desarrollo posterior de la idea de Daimler ha facilitado el progreso inmenso de la industria automovilística y de la aviación, en las cuales la máquina de combustión interna ha encontrado su campo privativo, debido: 1.º a su peso extraordinariamente bajo por caballo de fuerza —se llega hoy a 322 gramos por HP (peso del motor Vickers que ganó la carrera de lancha por la copa Schneider en 1931), mientras la turbina más liviana a vapor pesa 3,52 kilos por HP, sin incluir la caldera— y, 2.º, a la sencillez de su manejo: según Ricardo (Conferencia de Berlín de 1930), de los 30.000.000 de automóviles en uso, la mitad eran guiados por individuos que, de su fun-

cionamiento, no saben sino que deben mantener lleno hasta cierto nivel un depósito de aceite, y nafta suficiente en el estanque.

En el cuadro comparativo de petróleo y carbón hemos separado el consumo de gasolina del de los demás combustibles, de modo que al entrar en mayores detalles respecto a la evolución de los motores a gasolina, sólo conseguiríamos apartarnos del tema.

Volviendo a nuestra exposición: fué en aquella época (año 1884) cuando Parsons construyó su primera turbina a vapor, una unidad de 6 HP, que consumía la insignificancia de 92 kilos de carbón por kilowatt-hora. A pesar de esta cifra desconsoladora, y de las dificultades que se presentaban para producir materiales capaces de resistir presiones y velocidades de 18,000 revoluciones por minuto, en 1888, es decir cuatro años más tarde, ya se habían fabricado alrededor de 300 turbinas, la mayor de las cuales, instalada en la planta eléctrica de Newcastle, producía 75 KW y consumió en su prueba oficial 25,3 kilos de carbón por KW.

Las ventajas de la nueva máquina consistieron al principio en su marcha constante y en la facilidad con que se hacía cargo de excesos de demanda, excesos que habrían hecho detenerse a cualquier máquina de combustión.

En 1895, Diesel construyó su primera máquina, y empieza con este invento la lucha real entre el petróleo y el carbón. No puede negarse que aún hoy día el motor Diesel tiene una eficiencia termodinámica más alta que cualquier otro tipo de máquina, pero presenta también sus desventajas frente a la turbina, que se transformó con el tiempo, del primitivo artefacto «derrochador de vapor» en el defensor de los combustibles sólidos.

A fin de resumir la situación relativa de la turbina y el motor Diesel, tal vez

convenga examinar las ventajas de cada uno de ellos en los diferentes usos.

*Plantas productoras de electricidad.*—

El estado de la competencia entre ellas queda señalado en el cuadro siguiente, que corresponde a Gran Bretaña en 1930:

Turbinas a vapor.	5.531.952	Kilowatts
Máquinas reciprocantes a vapor.	138.806	»
Motores Diesel...	71.331	»
Motores a gas....	17.473	»
Plantas hidroeléctricas .....	42.268	»

*Ferrocarriles.*—No hay indicios de que pueda penetrar en ellos la máquina de combustión. Si existiera una tendencia a cambiar, ella sería por la electrificación, seguramente con energía producida en plantas termoeléctricas con turbinas a vapor.

*Navegación marítima.*—Aquí la situación es compleja. En las marinas de guerra, con excepción de los submarinos y los llamados acorazados de bolsillo alemanes, no se usan sino calderas.

En las marinas mercantes las opiniones se dividen respecto a este punto: los Países Escandinavos prefieren los motores Diesel y Estados Unidos las calderas, mientras que las últimas construcciones inglesas y alemanas dan un 50% de cada tipo.

Hay que hacer presente que, de la mitad del tonelaje construído en estos dos países con motores Diesel, las tres cuartas partes son buques estanques para petróleo, en los cuales el consumo de aceite parece indicado.

Algunos barcos de pasajeros del tipo medio son a motor, mientras los grandes son todos a vapor, porque no es posible construir motores que den la fuerza suficiente en un sitio bastante concentrado, para mover barcos de más de 25,000 toneladas. Como dato curioso, citaremos el hecho de que en uno de estos barcos

tipo medio de 18,000 toneladas, fabricado en Alemania, se han instalado sobre cada uno de los cuatro ejes, máquinas Diesel de doce cilindros, teniendo el barco, por lo tanto, cuarenta y ocho en movimiento normal. Para éste habría bastado con cuatro turbinas de marcha adelante y dos de contramarcha,

En síntesis, podemos decir que las principales ventajas de la turbina son:

- a) Menor costo de instalación;
- b) Tamaño ilimitado de las unidades;
- c) Poca influencia de la carga en el rendimiento.

En lo que se refiere a la eficiencia térmica, ya que se usa la energía del vapor hasta el límite permitido por el vacío que forma la condensación, ésta es casi igual a la del motor Diesel. Se han construído plantas con una eficiencia (carbón electricidad) de 38,4%. El combustible, en cambio, es más barato y prácticamente no necesitan aceite de lubricación.

En cuanto al progreso experimentado por las máquinas que transforman el vapor, podemos establecer que aquellas que en 1881 tenían un consumo de 775 gramos de carbón por HP|hora, han llegado a uno de 230 gramos en 1929.

b) *Aumento del Rendimiento Térmico de la Caldera*

La causa del perfeccionamiento de las calderas debe buscarse en el aumento de la capacidad por unidad, como medio de disminuir la radiación exterior; en el perfeccionamiento y uso extensivo de economizadores, precalentadores de agua y aire, y en presiones más elevadas que a su vez permitían a la turbina una mayor expansión.

El progreso alcanzado en este ramo queda de manifiesto en el siguiente cuadro, tomado de H. Webster (*Mechanical Engineering*, 1930).

	1905	1925	1930
Superficie media de calefacción (m <sup>2</sup> ).....	232	1.114	1.610
Superficie de calefacción de la unidad mayor (m <sup>2</sup> ).....	560	2.690	3.600
Presión de trabajo (at.).....	15,75	24,5 a 84	24,5 a 100
Temperatura máxima del vapor (°C).....	330	380	450
Consumo de carbón por m <sup>2</sup> por hora (K.m <sup>2</sup> h).....	24,4	73,5	240
Relación entre la superficie de calefacción y la demanda máxima de la turbina (m <sup>2</sup> KW).....	0,65	0,11	0,02

De las cifras que anteceden, puede deducirse que aún en el breve término de cinco años, que corresponde al último período consignado, ha habido un progreso considerable en el diseño de las calderas. Así por ejemplo, las superficies de calefacción de las unidades han subido aproximadamente en un 30 %, con lo cual se reducen considerablemente las pérdidas por radiación.

Las presiones máximas han crecido de 85 a 100 atmósferas y simultáneamente las temperaturas máximas se han elevado de 380 a 450° Cent. Si se considera que esta última temperatura está ya poco distante del rojo, se puede imaginar la enormidad de trabajo de investigación que habrá sido necesario realizar para producir materiales que resistan el aumento de esfuerzo exigido por las variaciones de estos dos últimos factores.

Dentro del período considerado cae también el mayor desenvolvimiento del empleo de carbón pulverizado. Las temperaturas elevadísimas que este combustible produce en el hogar, han obligado

a aislar los fogones con tubos de agua del tipo de aleta, la instalación de los cuales a su vez ha aumentado apreciablemente la transmisión de calor por radiación. Este factor, entre otros, explica el por qué del inusitado desarrollo de la carga que debe soportar la caldera, entendiéndose por carga el carbón quemado por metro cuadrado de superficie de calefacción. Este ha subido, como puede observarse en el cuadro, de 75 a 240 kilos por hora, o sea, ha sufrido un aumento de más de 300 %. A consecuencia de ello, se ha reducido el tamaño de las calderas con relación al kilowatt de energía útil producida en la máquina motriz.

En este mismo lapso, la disminución de la superficie ha sido de 500 %.

#### MERCADO DE COMBUSTIBLES

El consumo de combustibles de Chile en 1930, a no haber mediado la crisis, se habría distribuido más o menos como sigue:

Consumidor	Carbón--Tons.	Petróleo reducido a Carbón—1 : 1,4
Consumo propio de las minas.....	157.000.—	
Marina mercante nacional, Armada nacional y Marina mercante extranjera.....	329.000.—	
Ferrocarriles del Estado y particulares.....	362.000.—	70.000.—
Gas y electricidad.....	141.000.—	
Industrias salitrera y minera.....	132.000.—	1.300.000.—
Industria fabril.....	195.000.—	50.000.—
Otras entidades.....	104.000.—	20.000.—
<b>TOTALES.....</b>	<b>1.420.000.—</b>	<b>1.440.000.—</b>

En el año considerado (1930), la industria carbonera perdió el 19% del mercado de Santiago.

Debido en gran parte a este hecho, las Compañías Carboníferas más poderosas se pusieron de acuerdo para crear una Oficina Técnica que tratara de ampliar el mercado del combustible sólido, estudiando especialmente lo relacionado con el petróleo.

En Enero de 1931 se nos encomendó la organización de esta oficina, a prueba, y con autorización para operar solamente en el mercado de Santiago, en razón de la situación de competencia de las Compañías que recién entraban a cooperar.

Pasamos en seguida a exponer una parte de la labor que nos ha cabido desarrollar el año último, exposición que utilizaremos para ilustrar la tercera causa que obra en contra del aumento del uso de combustibles:

#### MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE COMBUSTIÓN EN LOS HOGARES

Se trataba en primer lugar de conocer las causas de la disminución del mercado de carbón en Santiago, pudiendo partirse

para ello de los siguientes hechos básicos: El petróleo combustible tiene alrededor de 10.300 calorías de poder calorífico superior, de las cuales es preciso descontar unas 500 por kilo, correspondientes al calor latente del vapor de agua formado durante la combustión, de modo que queda un poder calorífico neto de 9.800 calorías.

Los carbones Lota y Schwager tienen un poder calorífico medio de 7.500 calorías aproximadamente, de las cuales hay que descontar unas 150 por las mismas razones anotadas para el petróleo, quedando en consecuencia un poder calorífico de 7.350 calorías.

Una tonelada de petróleo equivale a 1,33 toneladas de carbón, si se supone la combustión de los dos con igual eficiencia. Vendiéndose el petróleo combustible a \$ 176.— la tonelada y el carbón a \$ 125.— por la misma unidad, puestos ambos a domicilio, resulta para el combustible sólido un menor precio de \$ 9.— por el equivalente a una tonelada de petróleo, o sea de un 5%.

Fuera del carbón hameado, la industria carbonera vende en Santiago carboncillo, que, con unas 7.050 calorías

netas, necesita 1,38 tons para reemplazar a una de petróleo.

El equivalente a una tonelada de combustible líquido se vende, por lo tanto, a \$ 136.—, o sea, \$ 40.— menos que el petróleo por tonelada de éste, o, en otros términos, a un precio inferior en 23 %.

Para explicarse la reducción del consumo de carbón por su reemplazo por petróleo, es preciso analizar el Gráfico N.º 1, en el cual, al precio mismo del carbón, se ha agregado el monto de los jornales del personal necesario para vigilar las calderas, por tonelada quemada, tomando un sueldo medio diario del fogonero de \$ 8.— y en la suposición de que un individuo pueda manejar ocho toneladas de carbón (datos de Hütte).

Como puede deducirse del mismo gráfico, la economía que significa el uso del petróleo, es la causa de que éste resulte ligeramente más barato que el carbón harneado, especialmente en calderas pequeñas, mientras el carboncillo, a su vez, aparece mucho más económico que el combustible líquido.

Este gráfico ha sido confeccionado tomando para el petróleo y el carbón la misma eficiencia.

Hay que tener presente que entre las instalaciones que queman carbón, las hay de todas edades, mientras que las de petróleo han sido colocadas recientemente, y según debe suponerse, con alguna habilidad de parte de los técnicos que las hicieron. Por lo tanto, podría darse por descontada una mayor eficiencia en el uso del petróleo.

A esta ventaja que, desde la partida, es fuerza reconocer al combustible líquido, hay que agregar la circunstancia de que en las parrillas cargadas a mano, con cada carga del fogón penetra aire que lo enfría, siendo por otra parte bastante escasos los fogoneros suficiente-

mente hábiles para distribuir el carbón uniformemente sobre las parrillas.

Como no disponíamos de instrumental alguno para hacer mediciones, no teníamos otro medio para formarnos una idea de la eficiencia de las instalaciones a carbón, que visitar algunos clientes que en ese momento estaban transformados a petróleo y que voluntariamente quisieran aportar los datos, a fin de deducir, de la comparación entre los gastos ocasionados con uno y otro, la menor eficiencia del combustible sólido.

Por supuesto que los datos así obtenidos distaban de ser absolutos, pero eran en todo caso suficientes para los efectos de una comparación rápida como la que queríamos efectuar.

Algunos de ellos aparecen marcados en forma de puntos en el mismo Gráfico N.º 1. El gasto de carbón se presenta bastante superior a lo que debía haber sido.

Del raciocinio anterior se deduce que en las condiciones de la práctica, el carbón harneado no podía competir con el petróleo si se le quemaba sobre parrillas y que, por lo tanto, si se deseaba mantenerlo en el mercado, era preciso bajar su precio.

Esto no era posible. No queremos, como empleados de las compañías carboníferas, exponer las causas de ello como una afirmación propia, sino que nos limitaremos a recomendar a las personas que con frecuencia hablan de la necesidad de modernizar la explotación del carbón para reducir sus costos, la lectura de la parte pertinente de la conferencia dictada por el Ingeniero del Departamento de Minas y Petróleo del Ministerio de Fomento, señor Ricardo Fenner, en Noviembre de 1931, en el Instituto de Ingenieros de Concepción.

Resumiendo un estudio de la situación técnica de las minas, el señor Fenner dice lo siguiente:

«Resumiendo en pocas palabras las ideas expresadas, puedo asegurar que las economías que podrían introducirse en las grandes minas chilenas, medianamente una mejor mecanización de las diversas faenas, son prácticamente despreciables y que por lo tanto no puede esperarse un resurgimiento franco de esta industria, causado por la disminución del costo debido a la racionalización».

Los otros factores que influyen en el costo y que se podrían haber hecho valer para conseguir una reducción del precio del carbón son, por ejemplo, la obtención de una rebaja en las tarifas de descarga en San Antonio, las cuales equivalen prácticamente al doble de las de Valparaíso; el cumplimiento de parte de los Ferrocarriles, de las disposiciones contenidas en el artículo 15 de la Ley 4248, disposiciones que obligan a esta empresa a bajar en \$ 7.— por tonelada las tarifas de San Antonio a Santiago y que no se cumplieron debido a su difícil situación financiera, etc. etc.

Haciendo un paréntesis, cabe observar que la situación del carboncillo no era tan desesperada y que en realidad, según nuestras informaciones, sólo dos clientes se habían transformado de este combustible a petróleo en Santiago y esos, obligados por las disposiciones municipales (humo). Pero siendo el carboncillo un sub-producto que se vende prácticamente al costo de extracción, no era una solución comercial la de transformar todos los clientes de harneado a dicho combustible para ponerlos a cubierto de la competencia del petróleo, pues hay que considerar que los productores de carbón deben obtener de la venta, no sólo las sumas equivalentes a los costos de extracción, sino lo necesario para cubrir los gastos generales y quedar con alguna utilidad.

Producida esta situación, era lógico observar qué medidas habían tomado los países extranjeros productores de carbón en casos semejantes, y al examinar las legislaciones respectivas, encontramos con sorpresa los siguientes derechos de internación que paga el petróleo combustible en algunos de ellos:

País	Derechos de internación del petróleo combustible, \$s. por tonelada métrica.
Gran Bretaña...	\$ 54.40
Australia.....	54.40
Alemania.....	200.—
Francia.....	428.80

Esta política francamente proteccionista contrastaba con el derecho progresivo de 3 a \$ 21.— por tonelada, establecido en Chile en el año 1928, y al cual se habían substraído a principios de 1931, mediante dos decretos con fuerza de ley, los consumos de las industrias salitrera y cuprífera, equivalentes a 1.300,000 tons.

Las Cías. Minera e Industrial de Chile y Carbonífera y de Fundición Schwager, exhibiendo la protección de que goza el combustible líquido en otros países de condiciones similares y ofreciendo simultáneamente para los consumidores de petróleo de la zona central, que serían los únicos afectados con el impuesto, una solución que importaba el no encarecimiento de su combustible, y a la cual nos referiremos más adelante, hicieron una presentación al Gobierno en Abril del año pasado.

Hemos visto en el cuadro de página 137, que los Estados Unidos de Norteamérica, que son el mayor productor de petróleo del mundo, lejos de disminuir el consumo de carbón han logrado aumentarlo, a pesar de tener el poderoso competidor en casa. Por tal motivo, parecía

interesante conocer lo que este país ha hecho al respecto.

El cuadro siguiente demuestra la situación de las plantas termoeléctricas de la Unión, cuyos hogares usan:

Tipo de Hogar	% del total de carbón consumido
Carbón pulverizado.....	17
Stokers.....	52
Parrillas automáticas.....	29
Carbón a mano.....	2

Las cifras anteriores nos hicieron pensar que la solución estaba en transformar en forma radical a los consumidores de Chile a cualquier tipo de hogar mecanizado.

Geográficamente, la distribución de los diversos tipos de hogares varía según la región.

De acuerdo con un Informe de William Harvey al Instituto de Economía, este fenómeno se debe a las diferencias que presentan los carbones extraídos en los diversos estados, prefiriéndose el pulverizado en aquellas regiones en que los lignitos locales constituyen la fuente más económica de carbón.

En el Centro-Oeste, Illinois, por ejemplo, las hullas que se explotan son quemadas de preferencia en parrillas automáticas, porque el punto de fusión excesivamente bajo de sus escorias, origina dificultades en los stokers.

Estos últimos, en cambio, tienen en el resto de la Unión una preferencia tal, que, como hemos visto, les corresponde un 25% del total de carbón quemado en el país.

Era evidente, pues, que para el caso nuestro, en que se trataba de transformar un sinnúmero de calderas en uso, muchas de ellas tipo Lancashire, no cabía pensar en parrillas automáticas sino como una solución aislada, debiendo ha-

cerse la selección entre stoker y pulverizado.

El primero de estos sistemas, que hasta hace pocos años era completamente desconocido en Alemania, ha empezado a difundirse en gran proporción en ese país a partir de 1928, a tal punto que en 1930, el 22% de las calderas de tubos de llama construídas fueron equipadas con stokers. En cambio, el carbón pulverizado, que en 1926 contribuía con una cuota de 30% al total de calderas, ha disminuído a un 1%.

Además de esta circunstancia que habla en contra del pulverizado, existían otros factores que nos hicieron asumir frente a él una actitud de espera, siendo entre éstos el de mayor peso, aquel que proviene de que la molienda del carbón demanda una serie de gastos, cuya importancia por unidad aumenta a medida que disminuye el tamaño de la instalación.

El Gráfico N.º 2 señala los costos de esta preparación en plantas de capacidades diversas.

Aunque en realidad la molienda hubiera sido de menor importancia en caso de pulverizar el carbón en una planta central y transportarlo a domicilio en camiones estanques cubiertos con una atmósfera de anhídrido carbónico, era preciso tomar en cuenta que la venta total de las dos Compañías había bajado en más de un 30% debido a la paralización de las industrias en Santiago, de modo que transformando todo el consumo a pulverizado, las plantas no habrían tenido un trabajo superior a 120 tons. por día; debiendo considerarse además, que una parte importante del carbón, por ejemplo el usado en cocinas, no podría quemarse jamás en esta forma.

Por otra parte, el ingeniero Blankenhorn, que en 1928 estudió la transformación de la industria salitrera a

carbón, encontró en las experiencias realizadas en Europa, serias dificultades para pulverizar el carbón chileno. Este es muy frágil en trozos grandes, pero cuando el grano alcanza el tamaño de la cristalización, se vuelve extraordinariamente duro.

A igual conclusión se ha llegado en la planta experimental montada en la Universidad de Chile. Los martillos del molino presentaban un serio desgaste con la molienda de sólo 28 tons. de carbón.

En cuanto a la adaptabilidad de nuestro combustible a los stokers, parecía que no se presentarían dificultades. Nuestro colega don Alfredo Délano había llevado de Lota a la firma constructora de stokers «The Iron Fireman», de Portland, Oregón, para cuyos aparatos demostró ser apropiado este combustible.

El Gráfico N.º 3 muestra el costo comparativo del carbón quemado por diferentes medios automáticos, reducido al costo de una tonelada de carbón sobre parrillas.

A fin de ponerse a cubierto de los inconvenientes comerciales encontrados con relación al carboncillo, se han confeccionado estos gráficos sobre la base de carbón común, es decir el producto tal como viene de la mina, con la sola extracción de la tosca, pero sin operaciones de harneo; siendo indudable que, para quemarlo en stokers, éste debe ser charcado.

El resultado del gráfico es, en líneas generales, que el carbón quemado en stokers resulta el más económico hasta una capacidad de la planta de 80 tons. diarias. Una vez que la instalación sobrepasa este consumo, el pulverizado en plantas individuales para a ser menos dispendioso.

A su vez, el carbón quemado en forma de pulverizado, efectuándose la molienda

en una planta central, es más barato que el molido individualmente, siempre que la capacidad de la planta sea inferior a 30 tons.

Estas consideraciones nos llevaron a suponer que lo más conveniente para el interés de la industria y los consumidores, era proponer el consumo de carbón en stokers.

Stoker significa en inglés fogonero, pero se ha divulgado para este término la acepción de aparatos que mecánicamente presionan el carbón desde la parte inferior de las parrillas, en trozos pequeños y mezclados con la cantidad de aire suficiente para la combustión.

En estas condiciones, el carbón fresco entra a quemarse siempre debajo de la llama, dando tiempo para que se produzca la destilación de las materias volátiles y para que éstas se quemen totalmente al atravesar la zona de carbón incandescente, eliminando, en consecuencia, toda formación de humo.

A principios del año pasado, la firma Alfredo Délano y Cía. Ltda. instaló algunos de estos aparatos en calderas de calefacción.

Antes de entrar a generalizar su uso, era lógico que procediéramos a cerciorarnos de si eran fácilmente regulables en cuanto a eficiencia de la combustión y si su manejo por el personal de fogoneros corrientes del país no ofrecería dificultades.

En uno de estos aparatos hicimos detenidas experiencias, algunos de cuyos resultados pueden observarse en el Gráfico N.º 4, que señala las fluctuaciones del anhídrido carbónico contenido en los gases, con relación a la altura de la cama de carbón incandescente que queda sobre la retorta o cubeta del stoker.

A fin de poder apreciar el efecto que ejerce la regulación del aparato sobre la eficiencia del combustible, en el mismo

gráfico se presenta una curva del porcentaje de calor contenido en el carbón, que se pierde en los gases de escape.

Una vez que habíamos hecho la regulación, resultaba interesante conocer las dificultades que se presentarían al personal para mantenerla ante las ligeras fluctuaciones de la composición química del carbón, que son habituales en el comercio de este artículo.

Como consecuencia de inspecciones periódicas realizadas en dos calderas, pudimos llegar a la conclusión de que con este tipo de aparato nos era posible garantizar un 14% de anhídrido carbónico como contenido en los gases.

Simultáneamente con los trabajos anteriores, se hicieron determinaciones de la eficiencia corriente de las calderas que se habían transformado a petróleo últimamente.

Los resultados de las más favorables de estas experiencias aparecen señalados en el Gráfico N.º 3 en forma de puntos en la parte superior.

A consecuencia de la ineficiencia demostrada en la combustión del petróleo, los gastos de transformación de las instalaciones de éste a carbón en stokers, pueden financiarse con las propias economías en un plazo relativamente breve.

La Caja de Fomento Carbonero que, de acuerdo con las disposiciones de la Ley 4248, debería recibir las sumas que el Fisco percibe por concepto de impuestos al petróleo combustible, en conocimiento de estos hechos reservó 500,000 pesos para financiar estas transformaciones, en forma tal, que los consumidores no tengan que hacer prácticamente desembolso alguno y el gasto sea pagado exclusivamente con las economías.

Gracias a esta ayuda de la Caja, antes de producirse la caída del cambio habían decidido su transformación a carbón, consumidores que gastan aproximada-

mente el 60% del petróleo internado por Valparaíso en 1929 y 1930.

Como estos clientes tendrán con carbón, un gasto muy inferior al que les originaba el petróleo, puede darse por establecido que no volverán a usarlo. El 40% de los consumidores restantes no se habían transformado, debido en parte a la falta material de tiempo para hacer los estudios correspondientes y la labor de persuasión necesaria para finalizar las operaciones. Actualmente muchos de ellos se están transformando con motivo del alza de precio del petróleo, ocasionada por la caída del cambio.

Así, podemos llegar a la conclusión de que la tarea que nos habíamos trazado para la zona central está virtualmente terminada, no quedando por realizar sino algunos trabajos de importancia relativa.

#### CONCLUSIONES

Mirando el cuadro de página 144, se observa que lo que se ha conseguido para el combustible nacional, es en realidad una cuota insignificante dentro de las posibilidades que ofrece el mercado del país.

Felizmente las compañías productoras de carbón han arribado a un acuerdo que permite estudiar y conquistar para el combustible nacional el mercado de todo el país, procediendo con el mismo criterio científico que ha inspirado la labor en la zona central durante el año último.

Las resistencias que parecían insalvables en el mercado del norte, se encontrarán considerablemente debilitadas debido a la baja del cambio, que elevará el precio del petróleo combustible puesto a bordo a \$ 160.— moneda corriente, como mínimo, mientras el del carbón se podrá mantener durante algún tiempo

sensiblemente dentro de los límites actuales.

En esta forma, parece posible proceder a conquistar ese mercado en condiciones semejantes a las de Santiago, es decir, procurándose que la transformación se efectúe de modo que no signifique perjuicio económico ni financiero para los interesados.

Como se ve, la acción que antes hemos descrito ha sido realizada sin que se contara para hacerla compulsiva, con la existencia de la mayor protección que el Ministro señor Matte Larraín había prometido a la industria carbonífera a principios del año pasado.

Hace pocos días, el Gobierno envió este proyecto al Congreso, después de haber acogido en él algunas insinuaciones formuladas por la propia Comisión de Hacienda de la Cámara, que en Septiembre del año último tuvo ocasión de pronunciarse sobre esta materia, con motivo de la presentación de un proyecto análogo por el Ministro señor Cereceda, modificaciones que se refieren a la inclusión del coque corriente de gas y del carbón vegetal entre los productos por proteger.

Como sin la intervención del Gobierno se ha conseguido el mercado de la zona central, podría estimarse que este mensaje está fuera de actualidad; sin embargo, hay que pensar que, desde luego, los combustibles destilados a que nos hemos referido necesitan protección y que, por otra parte, el objetivo perseguido por la industria carbonera al solicitar la dictación de esta ley, no ha sido en ningún momento el de obtener la reserva de este mercado para proceder a explotar al consumidor, sino que, a la par que se buscaba una solución de carácter técnico que contemplara simultáneamente los

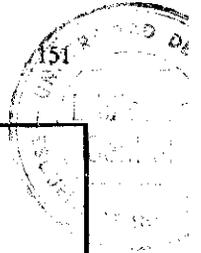
intereses de la industria y de los consumidores, sin perjudicar a estos últimos, se declarara por ministerio de la ley, que era decisión del Ejecutivo y del Congreso la reserva del mercado nacional al esfuerzo de productores chilenos, obligando a las personas que, en contra de su conveniencia económica, desearan darse el lujo de consumir combustible líquido, a pagar como castigo por contribuir al desmejoramiento de la balanza de pagos del país, el mayor precio que significa el alza de los derechos.

En este sentido, la ley es indispensable y no perderá jamás su actualidad, si bien hoy día sería conveniente considerar que la situación del norte ha cambiado durante el curso del año que este proyecto lleva en tramitación; y como único medio de hacer una ley definitiva que contemple estos propósitos de nacionalización, habría que agregar un inciso que permitiera al Presidente de la República hacer cesar las nuevas excepciones a los derechos que esta ley crea, en el momento en que el Consejo de Fomento Carbonero informe y justifique que la transformación de petróleo a carbón puede realizarse sin perjudicar financiera ni económicamente a los industriales.

Por lo que respecta a los consumos de carbón de la industria cuprífera, su situación se encuentra contemplada en las leyes y decretos con fuerza de ley vigentes, en forma que se obliga a la revisión de los derechos en 1934.

En el estado de depresión en que se encuentra la industria actualmente, nos parece de todo punto indispensable no alterar estas disposiciones con un exceso de celo nacionalista, a fin de evitar posibles consecuencias gravísimas, que podrían llegar incluso a la paralización de las faenas.

*El carbón y el petróleo*

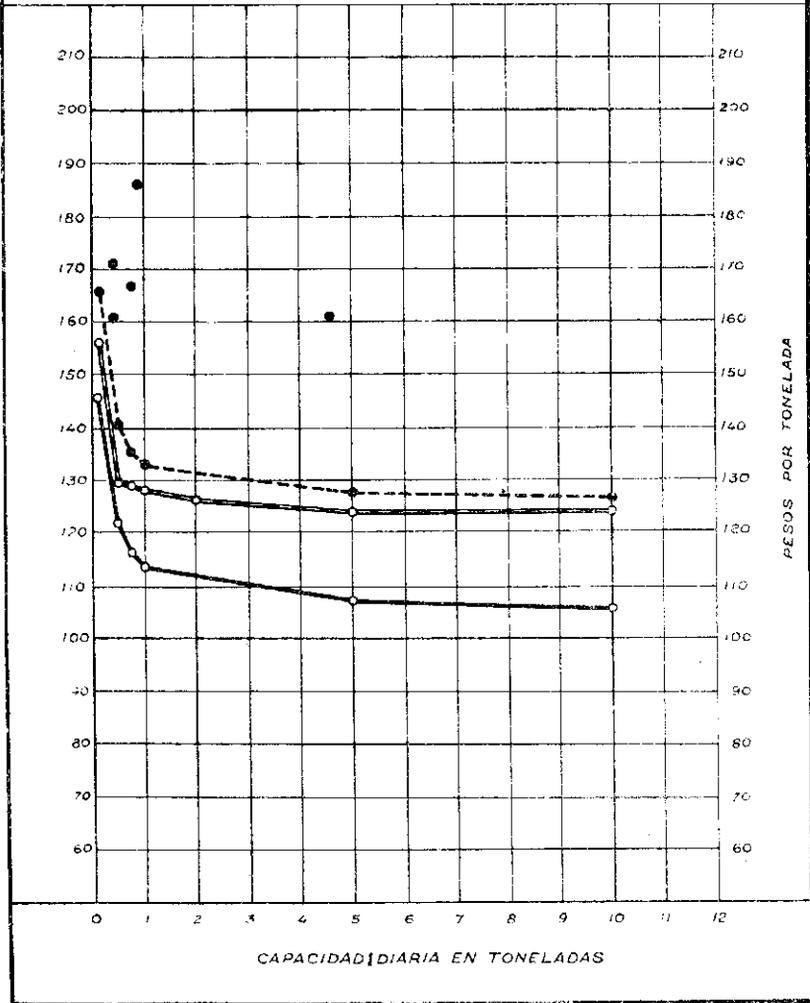


**GASTOS DE COMBUSTIBLE Y JORNALES EN CALDERAS EN SANTIAGO.**

VALORES REDUCIDOS A UNA TONELADA DE CARBÓN HARNEADO Y A IGUAL EFICIENCIA

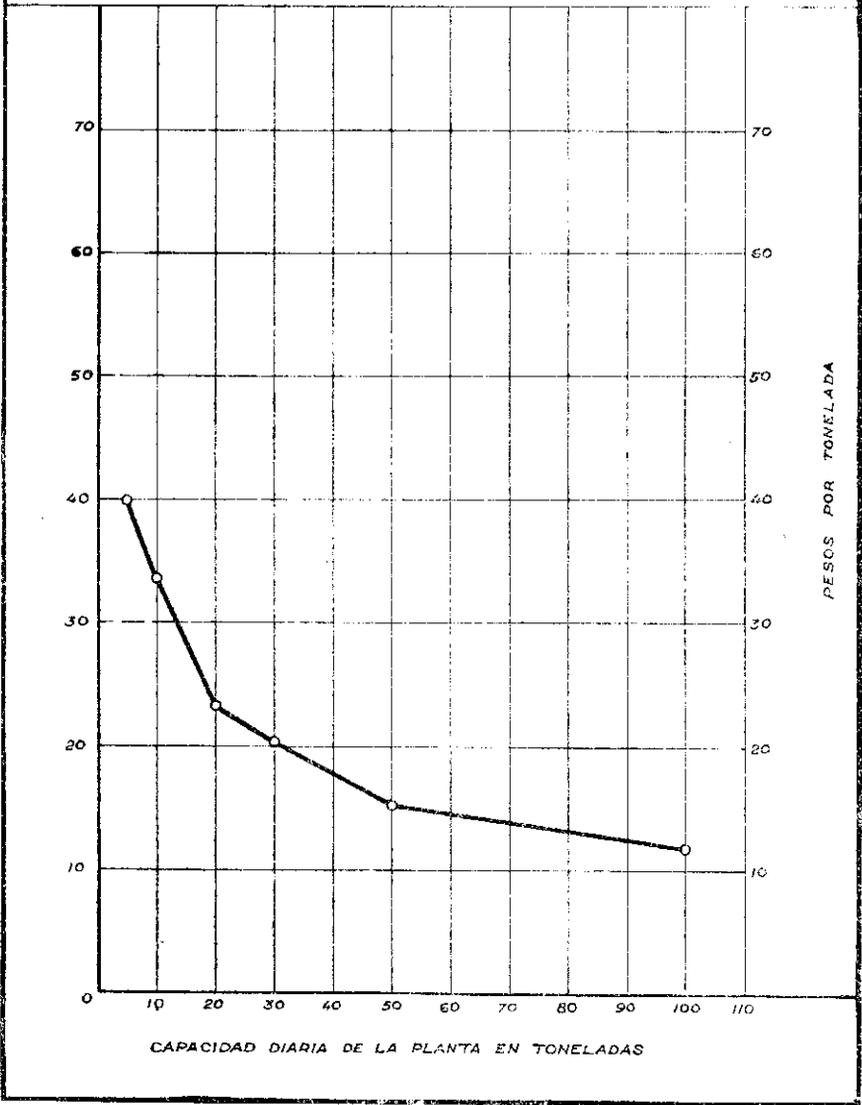
- CARBÓN HARNEADO
- PETRÓLEO
- CARBONCILLO

GRAFICO Nº1



COSTO DE PREPARACION DEL  
CARBON PULVERIZADO

GRAFICO N° 2

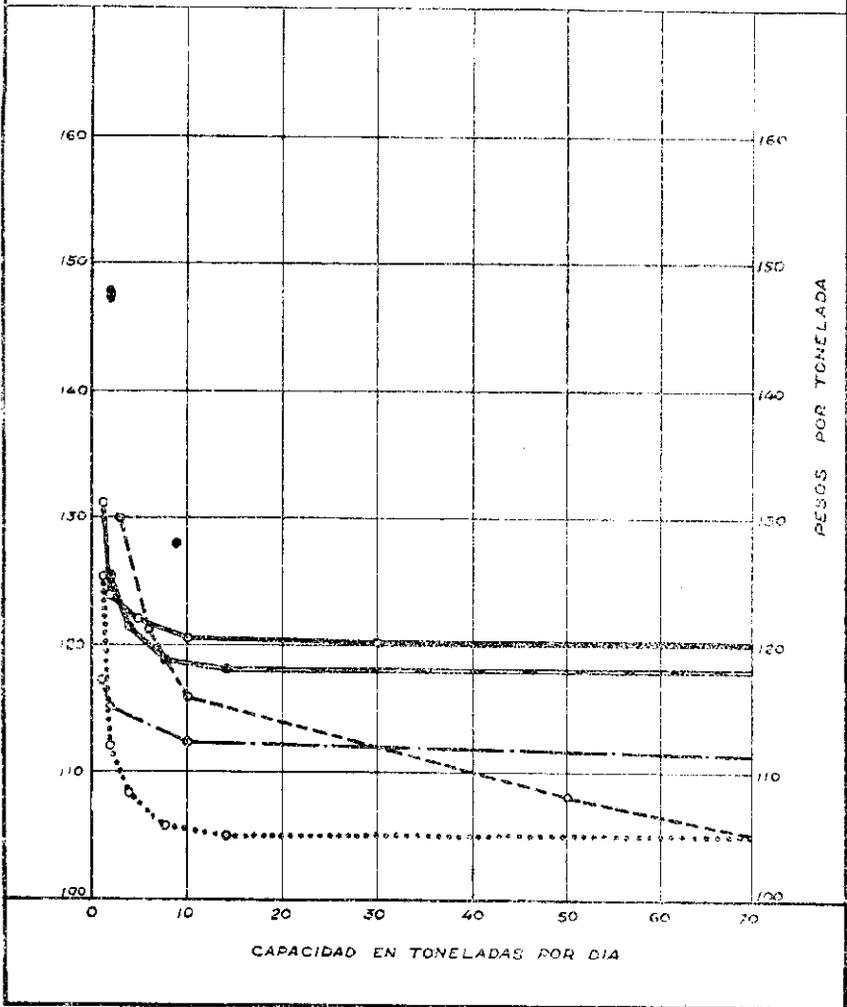


GASTO DE COMBUSTIBLE CON DISTINTOS HOGARES

REDUCIDO A LA EFICIENCIA DE CARBON SOBRE PARRILLAS.

- CARBON A MANO
- PETROLEO
- PULVERIZADO EN PLANTA CENTRAL
- PULVERIZADO EN PLANTA INDIVIDUAL
- STOKER

GRAFICO N°3



CARACTERISTICAS DE TRABAJO DEL STOKER  
THE IRON FIREMAN

- - - ○ % PERDIDA DE CALOR EN LA CHIMENEA
- - - ● % CO<sub>2</sub>
- - - ○ ALTURA DE LA CAMA

GRAFICO N° 4

