

Uso del carbón pulverizado nacional en las calderas de vapor.

(*) Informe presentado al Departamento de Industrias Fabriles del M. de Fomento, de las experiencias efectuadas en el Laboratorio Químico Industrial de la Escuela de Ingeniería durante el año 1932.

ANTECEDENTES

A mediados del año próximo pasado el Departamento de Industrias Fabriles del Ministerio de Fomento encomendó a la Escuela de Ingeniería, poniendo a disposición los fondos necesarios, el estudio del carbón pulverizado nacional y su uso como combustible en las calderas de vapor. Al mismo tiempo, las Compañías carboníferas de Schwager y Lota cedían el carboncillo necesario, puesto en el local de la planta experimental, para poder efectuar sin costo por esta partida, las experiencias necesarias para llevar a término el estudio encomendado.

A fines del año 1931 se efectuaron en la caldera de hogar interior de esta planta, algunas pruebas preliminares que dieron como resultado un rendimiento calórico variable entre el 62 y 65%. Como estos resultados no fueran muy satisfactorios, se hicieron algunos arreglos en la albañilería de la caldera, después

de los cuales se efectuaron las experiencias de que nos ocuparemos a continuación. Al mismo tiempo la caldera multitubular se encontraba recién entregada al servicio y en buenas condiciones de trabajo, con lo que nos ha sido posible entregar un estudio efectuado en dos tipos de calderas experimentales de carbón pulverizado.

DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA EXPERIMENTAL

1) PULVERIZACIÓN Y TRANSPORTE DEL COMBUSTIBLE

Sin secamiento ni trituración previa, el carboncillo pasa directamente a la pulverización en un molino «Resolutor» fabricado por la casa A. E. G. La máquina completa se compone de: la tolva de alimentación, la cámara de molienda, en cuyo interior va una rueda que gira a 2.600 rev/min., provista de 10 paletas, en cuyo extremo van unas pequeñas

(*) Por un error se dió en el Sumario del presente número como autor de este informe al ingeniero D. Rodolfo Mebus B.

piezas de acero duro que actúan por choque sobre el carboncillo; el separador de aire y el ventilador. A la cámara de molienda llega una corriente de gases de escape de la caldera, con una temperatura variable entre 200° y 285°; estos gases permiten el secamiento, fácil pulverización y transporte sin peligros de explosiones del combustible. La temperatura y cantidad de gases calientes puede ser regulada mediante el registro H, colocado en el punto de toma de gases de la caldera, que permite mezclarlos con aire del ambiente; este registro permaneció cerrado durante las experiencias.

Toda esta maquinaria es movida por un motor eléctrico de 11 Kw de registro para una capacidad máxima de 200 kilos de carbón por hora. Este motor está instalado sobre un mismo eje con la rueda de pulverización y el ventilador, de manera que es suficiente para el secamiento, pulverización y transporte del combustible.

La fineza del pulverizado es controlada fácilmente por la paleta B colocada en la parte superior del separador de aire. El ventilador puede además aspirar aire fresco para su mezcla con el combustible, por medio del registro Mr colocado en la cañería entre el separador de aire y el ventilador.

El transporte de esta mezcla de pulverizado, gases de la combustión y aire, se efectúa por cañerías de 100 mm. de diámetro, mediante la presión ejercida por el ventilador del molino. Esta mezcla va directamente al quemador de la caldera después de un recorrido medio de 8 metros.

Las condiciones de trabajo en la parte ya descrita, con referencia al croquis del molino, cañerías de transporte y caldera tubular que se acompaña, son las siguientes, durante las experiencias:

Depresión en cañón de llegada gases calientes..... $M_1 = -20$ mm
 Depresión en parte superior separador de aire $M_2 = -20$ "máx.
 Presión del quemador $M_3 = +40$ mm
 Depresión enpuertas laterales de la caldera M_4 y $M_5 = -1-2$ mm
 Depresión enpuertas laterales sup. de la caldera.... $M_7 = -0-1$ mm
 Registro de aire en el ventilador... $M_r =$ cerrado
 Registro de aire fresco del quemador. $F =$ cerrado
 Registro de gases al molino $H =$ cerrado.

Durante el trabajo se han tenido dificultades con el molino en general, debido a las causas anotadas a continuación:

A). Cuando al encender una caldera se usa carboncillo con bastante humedad, los gases de la combustión no han alcanzado su temperatura normal y las paredes en contacto con el pulverizado permanecen aún frías. En este caso el pulverizado va depositándose en forma de pasta sobre las paredes frías, engrosando cada vez más la capa que termina por obstruir el funcionamiento del molino. Esta dificultad se ha solucionado usando carbón especialmente seco para el encendido.

B). Las filtraciones de aire a través de las empaquetaduras del separador y de las cañerías de aspiración, forman una depresión mayor que la normal, que tiene por consecuencia el arrastre de partículas de carbón, cuyo tamaño es mucho

mayor que el conveniente para una buena combustión.

C). El desgaste de las piezas de acero duro colocadas en las paletas de la rueda de pulverización disminuye la capacidad del molino y fineza del pulverizado, produciendo esto último una falla en la combustión, como en el caso anotado anteriormente.

Estas piezas de acero duro usadas en el molino de esta planta han alcanzado una duración de más o menos 80 toneladas de carboncillo, con una capacidad media del molino de 160 kilos por hora. El reemplazo por piezas nuevas de estas desgastadas, es operación sencilla y demanda escaso tiempo. Sus dimensiones son reducidas; 10,5×6 cm. × 2 cm. de espesor. Actualmente se están haciendo estudios con estas pequeñas paletas para obtener su fabricación en el país, lo que haría descender el costo de pulverización, dato muy importante para el caso de plantas industriales.

Es muy necesario cuidarse en cada momento de posibles fallas en el sistema de pulverización o transporte; pues debido a alteraciones de la fineza, variación de las presiones de transporte, etc., se producen pérdidas considerables a causa de la combustión incompleta de las partículas de carbón.

Los datos anotados anteriormente referentes a la duración de las piezas de acero de la rueda de pulverización, parecen indicar que los carbones chilenos usados en estos molinos son mucho más duros que los carbones europeos para los cuales ellos han sido construídos. Este resultado además ya ha sido señalado anteriormente en un estudio hecho por la Asociación de Salitre con carbones chilenos, en diferentes instalaciones de pulverización europeas con diferentes tipos de molinos.

2). CALDERA MULTITUBULAR

Es una caldera de tubos inclinados fabricada por K. y Th. Moller Brackwede (Alemania), cuyo croquis se acompaña, siendo sus características las anotadas a continuación:

Presión de trabajo.....	12 atm.
Sup. de calefacción.....	50 m ² .
Tiraje.....	natural
Tipo de quemador A. E. G.	K. F.
Volumen de la cámara de combustión.....	12.5 m ³
Caldera de vapor saturado	
Instalación a cargo de la casa A. E. G.	
No está provista de economizador.	

El encendido de esta caldera se efectúa calentando previamente el hogar por medio de petróleo. Este calentamiento se lleva hasta que la temperatura de los gases alcance unos 280°. Desde este momento se quema simultáneamente carbón pulverizado y petróleo, durante el tiempo necesario para que la temperatura del hogar y de los tubos interiores permita la buena combustión del pulverizado. Cuando el hogar aún no tiene la temperatura conveniente, el pulverizado se quema en forma incompleta, depositándose coke y escorias sobre las paredes frías de los tubos, para formar ahí un revestimiento que se va a mantener durante el funcionamiento normal de la caldera, con los perjuicios consiguientes para su buen rendimiento.

Antes de efectuar las experiencias, esta caldera fué mantenida en servicio unas 180 horas, tiempo que se creyó conveniente para normalizar las temperaturas de la albañilería y ajustarla a las condiciones de trabajo en que se efectuarían los ensayos.

3) CALDERA DE HOGAR INTERIOR

Es una caldera tipo Lancashire, de un hogar, de la misma fábrica de la anterior, y cuyas características son:

Presión de trabajo, 12 atm.

Sup. de calefacción, 60 m².

Volumen de cámara de combustión, 8,2 m³.

Tiraje artificial y ventilador de aire secundario.

Hogar tubular de 1.20 mt. de diámetro.

Quemador de remolinos tipo «Wirbel».
A. E. G.

Caldera de vapor saturado.

Instalada por la casa A. E. G.

El encendido de esta caldera se efectúa en forma mucho más sencilla que la caldera multitubular; bastan unos trozos de madera rociados con petróleo encendidos dentro del hogar, para que en algunos minutos permitan la buena combustión del pulverizado.

Para efectuar los ensayos esta caldera fué mantenida previamente en servicio unos 3 o 4 días por espacio de unas 15 horas diarias, tiempo durante el cual se estimó que se podría obtener un régimen normal de las condiciones de trabajo.

4) SALA DE MÁQUINAS

El vapor producido en la caldera es aprovechado por un grupo turbo-generador A. E. G., cuyas características son:

a) *Turbina:*

Potencia, 120 kw.

Presión de vapor, 11/5 atm.

Temp. del vapor, 275°.

Vacío, 90 %.

Tipo, ANZ 135 z/Mf.

Rev. p. min., 7.500.

Sistema A. E. G.

La condensación se efectúa en un condensador de chorro tipo Köerting. El agua necesaria para esta operación es aspirada por una bomba desde una piscina que dista unos 70 metros de la planta; una vez que el agua pasa por el condensador, es lanzada nuevamente a esta piscina, donde sale por toberas en forma de lluvia, obteniéndose así una buena refrigeración.

Después de 8 o 10 horas de trabajo de la planta, en que el agua recorría el ciclo ya descrito, se han tomado datos de temperaturas dentro de la piscina, pudiéndose observar que en los casos más desfavorables ésta era solamente de 2 a 3 grados superior que la temperatura ambiente.

b) *Generador:*

Trifásico, potencia 120 kw., rev. p. min. 1.500.

Cos—0,8; V 400; A 180; corr. de exit. 65.

La instalación de la sala de máquinas fué hecha por A. E. G.

La energía eléctrica producida se emplea, en parte, (12 kw.) para el movimiento de los motores de la planta (molino, ventilador de aire fresco de la caldera de hogar interior, bomba de agua de alimentación, 1 bomba de aspiración y otra de impulsión del agua del condensador y 1 ventilador de tiraje); el resto de la energía se consume en una resistencia de agua con maniobra directa desde el tablero y que sirva para regular la carga con que trabaja la planta.

5) CONTROL DE FUNCIONAMIENTO

El carboncillo se pesa directamente en pequeñas partidas antes de echarlo a la tolva de alimentación del molino, obteniendo de cada una de ellas una mues-

tra para el análisis. Del pulverizado se toman muestras cada $\frac{1}{2}$ hora en el punto K (fig.) de la cañería de transporte.

El agua se mide directamente en dos estanques de 1 m³ de capacidad cada uno, desde los cuales se alimenta la caldera por medio de una bomba de vapor, lo que permite una buena regularización de la presión y ninguna pérdida de agua como pasa con el inyector de vapor, dejando éste sólo para una falla de la bomba.

La combustión es controlada por medio de aparatos eléctricos que registran los siguientes valores:

% CO ₂	Temp. de los humos
% CO + H	» del vapor
	Temp. del agua de alimentación.

Estos instrumentos eléctricos son de la marca Siemens & Halske A. G.

Paralelamente con estos aparatos funciona un registrador que va inscribiendo en distintos colores sobre una hoja de papel los valores indicados en cada momento por aquellos instrumentos.

Se efectúa también cada hora un análisis completo de los gases de escape de la caldera por medio del aparato de «Orsat» y medidas directas de las temperaturas, cuyos resultados son comparados

con aquellos indicados por los aparatos eléctricos.

Las presiones de trabajo en el molino, cañería de transporte y en el hogar, son controladas en cada momento por medio de manómetros de agua colocados en los puntos necesarios.

La cantidad en kg/hora de vapor consumido por la turbina se obtiene por medio de un inscriptor Hartman y Braun colocado en la sala de máquinas.

En algunas de las experiencias se ha medido la temperatura del hogar por medio del pirómetro óptico.

Los datos del funcionamiento son tomados cada $\frac{1}{2}$ hora durante la experiencia, y el valor término medio de ellos ha servido para efectuar los cálculos.

RESULTADO DE LAS EXPERIENCIAS

Los datos y resultados obtenidos con ambas calderas en estas experiencias se encuentran tabulados en las páginas siguientes:

Como ejemplo del procedimiento seguido para obtener los resultados, damos a continuación el cálculo hecho para la prueba N.º 2 en la caldera multitubular, efectuada con carboncillo Schwager.

1.—VAPORIZACIÓN

$$Q = \frac{\text{agua vaporizada}}{\text{carbón consumido}} = 7.13$$

2.—CALOR APROVECHADO POR KG. DE CARBÓN

$$Q (606,5 + 0,305 t - t')$$

$$7.13 \times 645 = 4.599 \text{ cal.}$$

$$t - \text{Temp. vapor}$$

$$t' = \text{» agua aliment.}$$

3.—PÉRDIDAS EN LOS HUMOS.—(Calor sensible)

$$(t_h - t_a) \left[\frac{C}{0,536 \times \% CO_2} \quad 0,32 + \frac{(9 H + H 20) 0,48}{80,4} \right]$$

$$360 (2,96 + 0,26) = 1.160 \text{ cal.}$$

t_h = temp. humos; t_a = temp. ambiente.

4.—PÉRDIDAS POR CENIZAS

$$V_b = \frac{v \times R \times 8.100}{K \times H_k}$$

$$V_b = 0.0009 \text{ 1 \%}$$

v = % carbón en cenizas
 H_k = Poder calorif. del com.

R = Cantidad de cenizas
 K = Cantidad de carbón consumido.

5.—RELACIÓN DE AIRE TEÓRICO

$$U = \frac{21}{21 - 79 O/N}$$

$$U = 1.43$$

6.—PODER CALORÍFICO

Poder calorífico superior, determinado por la bomba de Mahler 6.806 cal/kg.
 Poder calorífico inferior:

$$H_k = 6.806 - (9 H + H_2 O) 6.06$$

$$H_k = 6.539 \text{ cal/kg.}$$

BALANCE DEL CALOR

Poder calorif. del combustible.....	6.539 cal.	100 %
Rendimiento útil de la caldera.....	4.599 cal.	70.6 %
Pérdidas por humos, calor sensible.....	1.160 >	17.8 %
Pérdidas por cenizas.....	65 >	1.0 %
Radiación, conduc. y otras pérdidas.....	725 >	10.6 %
	6.539 cal.	100 %

RERUMEN DE LOS ENSAYOS DE VAPORIZACION

I.—CALDERA MULTITUBULAR

Fecha del ensayo.....	24-VIII	25-VIII	26-VIII	23-XII	24-XII
Ensayo N.º.....	1	2	3	1	2
Carboncillo de.....	Schwag.	Schwag.	Schwag.	Lota	Lota
Duración del ensayo, horas.....	5	8	8	7	7
COMBUSTIBLE					
<i>Análisis:</i> Humedad.....	4,13	5,09	4,88	4,47	4,60
Ceniza	12,75	11,85	11,38	15,68	17,30
Carbono total.....	64,94	65,35	66,53	63,65	62,67
Hidrógeno	4,63	4,33	4,40	4,34	4,25
Nitrógeno.....	1	1	1	1	1
Azufre	1,01	1,01	1,01	1,10	1,10
Oxígeno, dif.....	10,45	11,37	10,80	9,76	9,08
Mat. volátil	29,18	28,70	30,04	27,54	28,25
Poder calorífico inferior.....	6.391	6.539	6.520	6.180	6.140
Combustible consumido-kgs.....	848	1.496	1.606	1.212	1.111
» » por hora...	169	187	200	174	159
<i>Grado de fineza:</i>					
Resíduo sobre malla N.º 30-%.....	2,5	2,1	2,3	2,2	1,6
» » » N.º 70	47,8	46,7	48,7	31	24
» a través » N.º 70	49,7	51,2	49	66,8	74,4
<i>Cenizas:</i>					
Cantidad de cenizas en hogar.....	32	46,50	41,15	48,5	45
Resíduos combustibles-%.....	2,41	2,34	2,30	2,46	2,38
<i>Vapor:</i>					
Agua total evaporada-kgs.....	5,100	10.635	10.500	7.650	6.800
» evaporada por hora.....	1,020	1.329	1.312	1.093	973
Vapor por m² de sup. cal/hora....	20,40	26,60	26,10	22	19,5
Cifra de vaporización.....	6,03	7,13	6,54	6,23	6,12
Presión media del vapor-Atm.....	11,60	11,60	11,50	11	11,70
TEMPERATURAS C°					
Agua de alimentación.....	18,9	19,6	22,5	25,5	25
Sala de calderas.....	19,4	20	22,2	27,8	27,5

Vapor	190	190	198	188,2	190
Humos	361	380	376	346	352
Hogar {Zona superior.....	..	..	1.210	..	..
{Zona inferior.....	..	..	985	..	..
Gases molino (Punto M ₁).....	220	6	230	281	230
HUMOS					
Análisis %: CO ₂	10,17	13,10	13	12,5	11,7
CO.....	0,25	0,10	0,10	0,10	6
O.....	8,25	6,5	6,6	7,1	8,3
N.....	80,30	80	79,40	79,80	80,10
Relación de aire teórico.....	1,64	1,43	1,47	1,50	1,64
Dif. de tiraje mm. H ₂ O.....	4,5	4,5	4,5	5	5
SALA DE MÁQUINAS					
Vapor de escape-Atm	0,07	..	0,18	0,05	0,05
Vacío-mm. Hg.....	..	..	..	..	..
Kwh en el tablero.....	136	267	260	200	143
Potencia media Kw.....	27,1	33,4	32,8	28,6	20,2
Vapor consumido por hora, Kg....	940	1.150	1.132	913	850
(*) Vapor por Kwk.....	34,8	34,4	34,5	32,2	41,5
(*) Carbón por Kwk-Kgs.....	6,24	5,6	6,15	6,08	7,8
BALANCE DEL CALOR					
Calorías por Kg. de C.	6.350	6.530	6.520	6.180	6.140
Rendimiento útil.....	3.886	4.599	4.202	3.961	3.912
Pérdidas por humos.....	1.400	1.160	1.076	1.133	11.233
» » cenizas.....	70	65	65	80	74
» » radiación cond., etc..	994	725	1.077	1.006	1.031
Valores en %					
Rendimiento útil.....	61,2	70,6	64,6	66,2	65,6
Pérdidas por humos.....	22	17,8	18	18,2	18,3
» » cenizas.....	1,1	1	1	1,3	1,2
» » radiación, cond., etc..	15,7	10,6	16,4	16,2	16,7
(*) Trabajos sin condensación.					

II.—CALDERA DE HOGAR INTERIOR

Fecha del ensayo.....	22-IX	8-X	22-XI	5-XII	6-XII	9-XII
Ensayo N.º.....	1	2	3	1	2	3
Carboncillo de.....	Scgwag.	Schwag.	Schwag.	Lota	Lota	Lota
Duración del ensayo, horas	3	4	7	6	6	7
COMBUSTIBLE						
<i>Análisis:</i> Humedad . . .	4,12	4,18	4,28	3,95	4,42	4,48
Ceniza	10,72	11,66	12,03	16,60	17,80	13,65
Carbono total.	68,32	67,41	68,93	63,91	62,74	64,56
Hidrógeno. . .	4,73	4,66	4,70	4,16	4,34	4,65
Nitrógeno. . .	1	1	1	1	1	1
Azufre.....	1,01	1,01	1,01	1,10	1,10	1,10
Oxígeno Dif. .	10,10	10,08	8,05	9,28	8,60	10,56
Mat. volátil. .	31,14	30,28	30,76	28,86	26,93	25,50
Poder calorífico inferior. . .	6.630	6.520	6.660	6.076	6.120	6.160
Cobustible consumido-Kgs.	444	580	856	870	784	1.055
» » por						
hora.	148	145	123	145	131	151
<i>Grado de fineza:</i>						
Resíduo sobre malla N.º 30	2,1	2,5	2,2	0,4	1,2	1
» » » N.º 70	44,2	46,8	47	41,4	32	56,2
» a través » N.º 70	55,7	50,7	50,8	58,2	66,8	42,8
<i>Vapor:</i>						
Agua total evaporada-Kg.	3.400	4.100	6.000	6.280	6.830	7.530
Vaporización por hora. . . .	1.133	1.025	860	1.150	973	1.080
Vapor por m² sup. cal/hora	19	17,3	14,3	17,5	16,2	18
Cifra de vaporización	7,65	7,06	7,02	7,22	7,43	7,15
Presión media-Atm.	11,4	11,75	10,93	11,15	11,20	11,20
TEMPERATURA C°						
Agua de alimentación.	15,5	17,4	19	24	25	25
Sala de calderas.	16,5	18,4	25,7	34,7	36,7	35,5
Vapor.	189,5	190	187,1	187,7	187,9	187,9
Humos.	278	256	249	285	278	281
Hogar . . . . .	..	1.370	..	..	..	..
Gases molino (Punto M ₁)..	..	220	230	272	260	265

HUMOS						
Análisis: % CO ²	12,4	13,5	10,30	11,8	12,5	12,2
CO	0,15	0,10	0,07	0,05	0,01	0,02
O ₂	8	7,1	10	8,3	8	8,2
N	79,6	79,2	80	79,8	79,5	79,6
Relación de aire teórico . . .	1,6	1,5	1,85	1,60	1,60	1,62
Dif. de tiraje mm. H ₂ O . . .	7,5	7,5	7,5	7,8	7,8	7,8
SALA DE MÁQUINAS						
Vapor de escape-Atm . . . . .	..	..	..	..	..	..
Vacío %	87	87	87	90	90	90
Kwh en el tablero	205	253	321	366	272	411
Potencia media Kw	68,5	63,5	46	61	45,5	58,7
Vapor, hora-Kgs	985	895	790	950	830	910
(*) Vapor, Kwh-Kgs	14,2	14,1	17,2	15,6	18,2	15,5
(*) Carbón, Kwh-Kgs	2,16	2,3	2,67	2,38	2,88	2,56
BALANCE DEL CALOR						
Calorías por Kg. de C.	6.630	6.520	6.660	6.076	6.120	6.160
Rendimiento útil	4.960	4.560	4.546	4.621	4.747	4.569
Pérdida por humos	934	752	937	868	786	846
» por cen. rad., con- den., etc.	736	1.240	1.177	587	587	745
Valores en %						
Rendimiento útil	75	70,2	68,2	76,1	77,8	74,3
Pérdidas por humos	14	11,5	14	14,2	12,9	13,7
» por cen., rad. con- d., etc.	11	18,3	17,8	9,7	9,3	12
(*) Trabajos con condensación.						

OBSERVACIONES

CALDERA MULTITUBULAR.—Respecto a los resultados obtenidos con la caldera multitubular se puede observar la siguiente:

La mayor pérdida de calorías se produce por los gases de la chimenea, pues

la temperatura de éstos ha alcanzado en algunas experiencias hasta los 380'. Se ve, pues, la necesidad de colocar en esta caldera un economizador, con lo que el rendimiento podría alcanzar fácilmente a 75% en las condiciones en que se efectuaron los ensayos, ya que estas pérdidas se podrían reducir en un 6 a

8% menos de las obtenidas actualmente. Además, con un trabajo continuo de la caldera es posible, también, disminuir las pérdidas por radiación y conductibilidad, ya que parece que 3 o 4 días de calentamiento previo fuera poco para una normalización de temperaturas. En resumen, con las observaciones anotadas anteriormente, se vé que esta caldera podría alcanzar el 80% de rendimiento.

El porcentaje de CO₂ en los gases varía entre 10,2 y 13% correspondiendo los valores menores a las experiencias en que las paredes del hogar no están lo suficientemente calientes o la cantidad de combustible quemado por hora, disminuye de cierto valor, posiblemente debido a que el volumen del hogar es un poco grande para esta caldera, o también, a que la velocidad del chorro de combustible en el quemador es mayor que la conveniente.

CALDERA DE HOGAR INTERIOR.—En esta caldera tenemos un rendimiento medio superior que en la caldera multitubular; desde luego, la temperatura de los gases de escape alcanza aquí solamente hasta 285° o sea, se aprovechan aquí 100° más.

En esta caldera no se obtienen dificultades para encender el pulverizado, el ajuste a las condiciones normales se efectúa en mucho menor tiempo y los peligros de enfriamiento del hogar no existen como en la otra caldera.

Se puede observar en los balances del calor que las pérdidas por radiación, conduct., etc., que en algunos ensayos han alcanzado a 18%, son susceptibles de ser disminuídas a 9% teniendo cuidado de calentar la caldera hasta obtener un régimen normal de absorción de calor por la albañilería, con lo que el rendimiento puede alcanzar fácilmente a 80%. Como ejemplo de lo dicho anteriormente, tenemos el caso de las dos pruebas 2 y

3 efectuadas con carboncillo Lota. En la prueba 2 la caldera estuvo encendida los 5 días anteriores por espacio de 18 horas diariamente, las pérdidas por radiación, conduct., etc., alcanzaron en este caso a 9,3%; mientras que en la prueba 3 en que la caldera pasó el día 8 de Diciembre fuera de servicio, estas pérdidas ya subieron a 12%.

Durante el trabajo normal de las calderas, no se ha formado escoria en ningún momento. Esta se puede formar, como sucedió en una ocasión, cuando el combustible no tiene la fineza requerida y se deposita sobre las paredes del hogar antes de su completa combustión.

CONCLUSIONES

La escasez y elevado precio de toda clase de combustibles extranjeros, ha traído como consecuencia el desarrollo en el país de una serie de estudios experimentales con el fin de averiguar si es posible el reemplazo de aquellos por combustibles nacionales.

El caso del carbón pulverizado, cuya principal aplicación se encuentra en las calderas de vapor, adquiere hoy día una importancia especial que hace algún tiempo atras no la tenía: el futuro funcionamiento de las Oficinas Salitreras que elaboran por el sistema Schank y la situación actual del petróleo en el país, traerá la necesidad de efectuar un detenido estudio de la clase de combustible que en el futuro convendrá usar en Chile.

Debemos hacer mención especial a los resultados obtenidos con la caldera de hogar interior provista de quemador de remolinos, en la cual se encuentran solucionadas las dificultades que desde un principio se han encontrado en la combustión del carbón pulverizado en este tipo de calderas debido al pequeño vo

lumen del hogar que hacía necesario la construcción de un ante-hogar. Estos resultados tienen una importancia especial para nosotros ya que la mayoría de las calderas instaladas en las Oficinas Salitreras son del tipo de hogar interior.

Los resultados obtenidos en las experiencias descritas anteriormente, demuestran que es posible el reemplazo de los quemadores de petróleo en las calderas de vapor por quemadores adecuados de carbón pulverizado. Esta transformación de la planta de calderas, exige en un

principio un pequeño capital de instalación, permitiendo quemar carbones nacionales de baja calidad, con lo que es posible compensar el costo de transformación.

Actualmente sería de verdadera utilidad tanto para los intereses nacionales, como en particular para la industria carbonera, efectuar un estudio económico de este problema, que técnicamente se ha resuelto por los adelantos efectuados en los sistemas de combustión del carbón pulverizado.