

T
625.26
E31

JUAN DE DIOS CEBALLOS

USO DE COMBUSTIBLE

EN LAS LOCOMOTORAS

DEL FERROCARRIL

DE ANTIOQUIA

"Art. 200 - El Presidente de Tesis, el Consejo de

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

responsables de las tesis serán responsables de las tesis presentadas por el Candidato."

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "GARRIL"
"A. B. C. 4 A. Y 5 A ED"
CÓDIGOS: "Y" "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



USO DE COMBUSTIBLE EN LAS LOCOMOTORAS DEL
FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

Comprende este estudio en su orden y contenido lo siguiente:

CAPITULO I - Descripción de lo que es el aceite combustible, sus principales propiedades y operaciones que con el hay que practicar al aplicarlo como combustible en las locomotoras.

CAPITULO II- Descripción y detalles de lo que forma un equipo para quemar aceite combustible en una locomotora y como funciona.

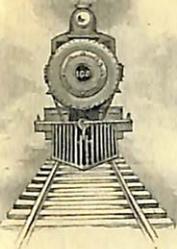
CAPITULO III - Aplicación del aceite combustible en las Locomotoras del Ferrocarril de Antioquia, ensayos y resultados obtenidos, proyecto en via de verificarse, como quedará la instalación completa en la División del Nus, comparación con la leña y el carbón en tal caso concreto.

CAPITULO IIII - Almacenaje del aceite combustible. Reglas generales abreviadas sobre manejo de locomotoras que usan aceite combustible. Almacenaje del mismo.

Se advierte que este escrito es sólo un estudio, resumen de un año de práctica con locomotoras de aceite combustible, de la conversación con expertos en tal cuestión, de la lectura de libros técnicos con ello relacionados e instrucciones de ferrocarriles de alta experiencia y de algunas fábricas de locomotoras.

Los dibujos que se insertan han sido tomados de tales libros y catálogos.

625.26
C31



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL".

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

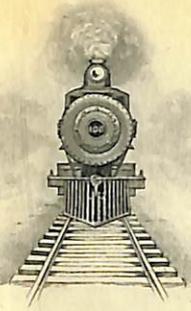
Respecto al análisis que se basa en los datos estadísticos de un año sirve para despejar la incertidumbre ya que las conclusiones precisas derivadas por tal sistema sólo se conseguirán tomando datos en un tiempo mayor; no obstante al resolver el caso concreto tratado suministra datos suficientes para hacerlo.

La instalación del equipo de una locomotora para quemar aceite combustible es sencillo de hacer, no obstante lo cual es un trabajo delicado y cualquier defecto en él afectaría muy sensiblemente el gasto de correr la locomotora lo mismo que su rendimiento, por lo cual cuando se presente debe auxiliarse al menos de una persona experta en tales trabajos, pericia que sólo se adquiere con gran experiencia y conocimientos en el asunto.

Una vez hecha la instalación en buena forma el manejo es fácil, requiriendo sí cuidado especial por parte del personal de la máquina que la mueve, lo mismo que del encargado de sus reparaciones cuando está en el Taller.

CAPITULO I - Descripción de lo que es el aceite combustible, sus principales propiedades y operaciones que con el hay que practicar al aplicarlo como combustible en las locomotoras.

Aceite combustible - (fuel oil). El aceite combustible llamado vulgarmente petróleo, es el residuo que queda después de la destilación del petróleo crudo (crude oil) y es un hidrocarburo, de los de mayor densidad, generalmente de 0.85 a 0.95, de color



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL".

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A. Y 5A ED."
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

oscuro casi negro, muy viscoso mas que el del petróleo crudo que le da origen por haberse sacado ya de él los compuestos mas fluídos y ligeros, mediante la destilación.

El nombre apropiado para el "fuel oil" creo sea el de aceite combustible o el de petróleo combustible, por ser el nombre petróleo que algunos usan el generalmente aceptado para designar el kerosene que se emplea para el alumbrado y que como producto comercial se denomina simplemente petróleo. En el curso de la presente tesis se usará el nombre de aceite combustible para designar el "fuel oil".

Una empresa de petróleos dirige la destilación de ellos a obtener los productos que pueda vender en su radio de acción comercial y que puedan darle la mayor utilidad, llevandolo a distintos grados según las sustancias que desee obtener y la cantidad aprovechable de ellos.

Generalmente se destila para la extracción de petróleo y gasolina, quedando un residuo que es el aceite combustible, especialmente en mercados reducidos como el nuestro para los otros productos; de esta clase es el que vende la Tropical Oil Co. para combustible de los buques y locomotoras.

Los usos principales a que se destinan los productos provenientes de la destilación son: para alumbrado, para producir fuerza motriz, para lubricación, y para producir calor.

Los dedicados a ellos que resultan al ir aumentando la temperatura son: gasolina y bencina, petróleo o Kerosene, aceite



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER")

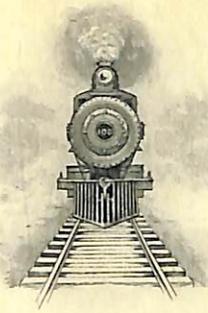
MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

lubricante , parafina, vaselina y residuos.

Para ilustrar la destilación, tomo un ejemplo del libro Robinson's Gas and Petroleum Engines de un petróleo crudo americano de un peso específico de 0.800.

Temp de destilación-grados Fahrenheit	DESTILADO	%	Peso esp.	Flash point grados Fahr
113° a 140°	Hidrocarburos volátiles	Trazas	0.595 a 0.625	
140° a 158°	Gasolina	1.5	0.636 a 0.657	
158° a 347°	Bencina y compuestos	14.5	0.680 a 0.737	14° a 32°
338° hasta 482°	Kerosene	50	0.802 a 0.820	100° a 122°
482	Aceite lubricante	15	0.850 a 0.915	230°
	Parafina	2		
	Residuo	16		

Como se ve en este caso particular en que se hace la destilación hasta el último grado el residuo que queda para usar como combustible es sólo de 16% y su peso específico es muy alto, mayor de 0.915, lo que indica su alto contenido en carbono; cuando la destilación se hace hasta obtener aceite lubricante todos los gases que el petróleo crudo contiene son extraídos y como éstos le comunican fluidez a aquel pierde el aceite combustible una de sus propiedades mas apreciadas, la fluidez que le hace apropiado para usarlo en los quemadores de las máquinas, por ser ella la que permite atomizarlo o disgregarlo en menudas partículas, para que



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

se queme bien.

Hay grandes diferencias en los caracteres físicos de los distintos aceites combustibles, según la localidad de origen y el grado de destilación a que se lleva. Los más densos son ^{no} más viscosos y tienen un poder calorífico más alto, pero en cambio contienen usualmente mayor porcentaje de azufre que los que provienen de petróleo crudo liviano.

La viscosidad es un factor muy importante porque ella determina su aptitud para circular en las tuberías y llegar al quemador, necesitando cuando es muy viscoso calentamiento especial para hacerlo correr libremente y que en el quemador se le pueda disociar en menudo rocío para que pueda mezclarse bien con el oxígeno del aire y alcanzar una combustión perfecta.

A causa de la gran velocidad con que el aire entra al hogar y se dirige a la chimenea por efecto del tiro en ésta, las partículas de aceite combustible deben quemarse completamente en el intervalo de tiempo que gastan de su salida por el quemador a tocar el muro de enfrente, y este tiempo es muy corto oscila de $1/5$ a $1/3$ de segundo; bien se comprende que si hay gotas de tamaño considerable no pueden inflamarse y en tal caso se tendría una combustión imperfecta.

Las impurezas que usualmente contiene el aceite combustible son: azufre, solidos en suspensión y agua, las cuales debe procurarse siempre estén en la menor cantidad posible. El azufre es un gran oxidante y ocasiona la corrosión en la



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: "A. B. C. 4 A. Y 5 A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

caldera. La humedad reduce el poder calorífico del combustible y hace irregular la llama del quemador; y las sustancias sólidas en suspensión obstruyen las válvulas, tuberías y quemadores, perjudican especialmente el buen trabajo del quemador. Cuando el asfalto o parafina están presentes en cantidades apreciables una temperatura baja puede producir su precipitación y causar las perturbaciones anotadas.

PODER CALORIFICO. Hay algunas diferencias entre los poderes caloríficos de los distintos aceites combustibles especialmente entre los densos y ligeros, no obstante nunca llegan a ser tan notorias como se encuentran en las distintas clases de carbón mineral. El poder calorífero oscila de 18000 a 20000 B.T.U. (Unidades Técnicas Británicas) y es en promedio 19000 B.T.U., mientras que en los carbones oscila de 10000 B.T.U. la lignita a 15000 o 16000 en la antracita.

Tomando como promedio 19000 B.T.U. del aceite combustible y una variación de 10000 a 15000 B.T.U. para el carbón mineral se deduce la tabla siguiente de equivalencia calorífica entre ellos. La medida usada para el carbón es la libra, para el aceite el barril que tiene cuarenta y dos galones y pesa en promedio 315 libras.

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



Carbón mineral, B.T.U. por libra	1 libra de aceite = en lbs. carbón	1 barril aceite = libras carbón	1 Ton. carbón = barriles acei
10.000	1.9	598	3.34
11.000	1.727	544	3.68
12.000	1.583	499	4.01
13.000	1.462	460	4.34
14.000	1.357	427	4.68
15.000	1.267	399	5.01

Esta equivalencia se refiere sólo al poder calorífico supuesto, no al rendimiento que pueden dar al usarlos como combustibles prácticamente en las máquinas, por ser en tal caso el aceite el que da una mayor eficiencia y necesita dispositivos mas sencillos que el carbón para lograrla.

COMPOSICION QUIMICA. Los principales componentes de un aceite combustible son: carbono e hidrógeno. El azufre, el oxígeno y el agua en menores cantidades. Para dar idea de la composición y porcentajes de las distintas sustancias tomo un aceite de Texas: C = 84.60% ; H = 10.90% ; S = 1.60% ; O = 2.87%

Peso específico - 0.92; flash point - 142° F.

Punto de incendio 181° ; poder calorífico 19060 B.T.U.

Eficiencia práctica en una caldera 78.5%.

En el análisis practicado en la Escuela Nacional de Minas del aceite combustible que vende la Tropic Oil Co. en el Rio Magdalena, he obtenido lo siguiente :

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



C -

H -

S -

flash point — — — 122° centígrados = 283° Fahr. -
 fire point — — — — 168° " = 322° "
 densidad — — — — 0.9415 a 22° centígrados
 poder calorífico — — — — 18000 a 18500 B.T.U. ~~libra~~
 viscosidad — — 780 segundos, o 1.498 comparado en reperi

FLASH POINT o punto de inflamación es la temperatura a la cual un aceite mineral al ser calentado lentamente, empieza a desprender gases en tal cantidad que al acercarse una llama a 1/3 de pulgada de su superficie produce un incendio o explosión momentánea. FIRE POINT o punto de incendio es la temperatura a la cual los gases se desprenden en tal cantidad que al acercarse la llama se incendian y arden de una manera continua.

Estos dos puntos o estados tienen gran importancia cuando se usa aceites combustibles y petróleos porque ellos determinan el mayor o menor peligro de su manejo, y los gobiernos en los países civilizados han fijado límites a ellos por disposiciones terminantes.

Copio las disposiciones tomadas por el Gobierno de Estados Unidos en el año de 1914 para las ventas de aceite combustible:

a) El aceite no será destilado a una temperatura tan alta que se quemé o que las sustancias carbonáceas empiecen a separarse.

b) No tendrá un Flash-point inferior a 140° Fahrenheit, según



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

ensayo verificado en la copa cerrada Abel - Pensky o Pensky-Martens

c) La densidad alcanzará de 0.85 a 0.96 a 59° F.

d) Su viscosidad será tal que circule libremente a temperatura ordinaria bajo una caída de aceite de 1 pie por un tubo de 4 pulgadas de diámetro y 10 pies de largo.

e) Su poder calorífico no será inferior a 18000 B.T.U. por libra.

Será multado quien venda aceite combustible en condiciones inferiores al standard especificado.

Será rechazado el aceite combustible que tenga más de 2% de agua, mas de 1% de azufre y cantidades apreciables de arena, arcilla o polvo.

La U.S. Navy fijó-el flash point no bajaría de 150° Fahrenheit en ensayo verificado en copa cerrada Pensky Martens y 175° Fahrenheit por el sistema Tagliabue al aire libre.

150° Fahr.=65° 5' centigrados.

Viscosidad y atomización. La viscosidad o consistencia de un líquido ~~que~~ determina la rata a la cual puede correr por un orificio; es una de las propiedades que mayor importancia tiene en el aceite combustible, por depender de ella la buena combustión. Si ella es alta, la atomización es difícil y hay mucho gasto de vapor al calentarlo primero y luego al atomizarlo, haciéndose la operación con gran dificultad.

La atomización o desintegración es la operación de volver un líquido como el aceite combustible partículas pequeñas; ella se



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

practica en las locomotoras por medio de un chorro de vapor o de aire comprimido y en los buques de mar y otras máquinas por procedimiento mecánico usando la presión del líquido.

La viscosidad reduce la velocidad con que puede correr el aceite por los tubos y válvulas, si es muy alta puede hasta detenerlos sobre todo si la temperatura es baja, para contrarrestarla se emplea el calentamiento del aceite con vapor, pero este calentamiento está limitado por el flash - point en un punto inferior a él, pues cuando se llega él o más la cantidad de gases producidos es grande y estos producen perturbaciones en el trabajo del quemador; además si la temperatura es alta hay mucho desperdicio del combustible por los gases que se escapan y las sustancias carbonaceas que se precipitan.

No hay relación directa entre la viscosidad de un aceite y su densidad, ni entre ella y el flash point.

Hay tres métodos para atomizar el aceite, por medio de un chorro de vapor a presión mayor de 20 libras por pulgada cuadrada, por medio de un chorro de aire comprimido, o con dispositivos mecánicos que producen la dispersión de él.

El uso del vapor y del aire comprimido está casi universalmente adoptado para toda clase de hornos, excepto en los buques de mar donde usan el procedimiento mecánico en busca de economía de agua dulce. El atomizador mecánico está muy abandonado por ser menos eficiente; autoridades en la materia sostienen que 180 galones de aceite combustible atomizados mecánicamente producen el mismo resultado que 147 con atomización a



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

vapor.

Los expertos dicen no hay ventajas ni inconvenientes especiales entre el vapor y el aire comprimido; depende para adoptar alguno de ellos de las facilidades en producir el uno o el otro; anotan sí que cuando se va a usar vapor se requiere una presión mayor de 30 libras y que para usar aire sea mayor de 20 libras y por pulgada cuadrada. W.N. Best da como límite 20 libras y dice que el vapor conviene para presiones mayores y el aire comprimido para las menores que ella.

El aire comprimido como agente atomizante tiene sí la ventaja sobre el vapor que lleva menos humedad al horno.

Cuando se usa vapor debe ser lo más seco posible; es preferible el recalentado al saturado, porque además de producir mejor desintegración, lleva menos humedad al horno, la cual no sólo resta poder calorífico al combustible sino que produce chisporroteo en la llama, retarda la combustión y si se halla en grandes cantidades puede llegar a extinguir el fuego.

Al tratarse de calderas siempre se hallará más expedito el vapor que el aire comprimido, y aunque allí se encuentra en grandes cantidades no debe abusarse de ello pues no sólo constituye pura pérdida el exceso que de él se use sino que mayor cantidad de humedad lleva al horno.

El vapor necesario para atomizar varía con la carga de la caldera, con la viscosidad del aceite y con su temperatura siendo en la práctica del 3% al 45% del total evaporado. Mayor cantidad



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4A. Y 5A ED!"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

es necesaria mientras más viscoso sea el aceite y mayor carga tenga la caldera.

El único medio de combatir la viscosidad en un aceite es calentándolo.

El aceite combustible de cualquier clase que sea exige para hacerlo fluido y que se deje atomizar el calentamiento.

La práctica ha señalado como temperatura apropiada para tener la fluidez conveniente en los aceites combustibles 112° Fahrenheit o sea 44° centigrados, esto es un poco mayor que la normal del cuerpo humano por lo cual es fácil controlarla durante el viaje, basta sólo aplicar el dorso de la mano en la parte superior del tanque contra la lámina de las paredes y el calor que se siente no debe molestar ni quemar.

El grado de calentamiento permitido es según las leyes americanas 30° Fahrenheit inferior al flash point y como el límite inferior de este es 150° Fahr. un aceite no debe calentarse más de lo necesario para alcanzar una temperatura de 120° Fahr. o 49° centigrados que es un poco mayor de la necesaria para tener un aceite fluido; además se está del lado de la seguridad por tener ellos en general un flash superior a 150° Fahr.

El calentamiento se hace por dos sistemas:

- 1°- Poniendo vapor directamente entre el aceite del tanque, para que le ceda su calor y
 - 2°- Haciendo circular vapor por un serpentín metálico que está dentro del tanque el cual transmite el calor del vapor al aceite.
- Ambos sistemas son extensamente usados en los ferrocarriles, pero



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

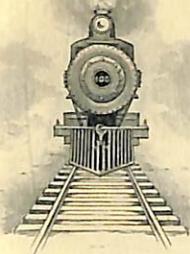
se nota tendencia favorable por el de vapor directo. Las fábricas de locomotoras más grandes de Estados Unidos lo recomiendan como son la Baldwin Locomotive Works y la American Locomotive Co.

Algunos objetan este sistema por el hecho de que el vapor que llega al tanque una vez que cede su calor al aceite se condensa y se precipita en la forma de agua en el fondo de donde hay que sacarlo por un grifo especial puesto allí para denarlo.

El experto de la Tropical Oil Co. Mr. Malne quien hace más de 20 años conoce de estos asuntos y que es hombre muy acreditado dice que el sistema de calentamiento por vapor directo, es ventajoso sobre el otro, que es más económico por él haberlo verificado; y que el grifo en el fondo del tanque para sacar el agua que allí se deposita es innecesario, por proveer el chorro de vapor del calentador a la circulación del aceite mezclado con él entre el tanque, mediante el dispositivo que allí se emplea de poner una té en la punta de la tubería del calentador cerca a la válvula de salida del aceite; y que las partículas de condensación del agua se sostienen en suspensión en el aceite hasta que van al quemador donde se queman.

Siempre al calcular el poder calorífico de un combustible, se resta el calor necesario para evaporar el agua que él contiene, no obstante cuando las temperaturas alcanzadas son muy altas puede llegar a disociarse el agua absorbiendo calor que devuelve al volver a unirse sus elementos constitutivos.

Las locomotoras del Ferrocarril de Antioquia # 16 y # 38 que



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4. A. Y 5. A. ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

quemar aceite usan vapor directo para el calentamiento y no traen dispositivos para extraer el agua del tanque, a pesar de lo cual han funcionado correctamente. No obstante siendo tan generalmente aconsejado el grifo para drenaje y siendo su instalación y manejo tan sencillos considero debería usarse en nuestras locomotoras.

Es cierto que en lo relacionado con el agua que trae el aceite proveniente del pozo de donde se le extrae ha habido varias decantaciones en los distintos lugares de almacenaje donde se drena continuamente los tanques y al llegar a la Estación de consumo en Puerto Berrio trae poca agua de tal clase.

EXPANSION O DILATACION DE LOS ACEITES. Los aceites se dilatan o contraen si sube o baja su temperatura, por lo que al medirlos a temperaturas distintas de la fijada como standard 60° Fahr. o sea 15.5° centigrados hay que hacer la corrección correspondiente para tener el volumen preciso de él.

El coeficiente de expansión varia con la densidad en grados Beaumé que tenga el aceite; por tener los de venta usual en el comercio de 13° Be a 29° Bé se puede tomar como expansión para los cálculos aproximados de 1% del volumen por cada 11° centigrados de cambio de temperatura.

En Puerto Berrio la temperatura sube hasta 38° C a la sombra, lo cual está 23.1° c. sobre la standard y puede dar lugar a una corrección por dilatación en el aceite comprado hasta de $\% 2$.

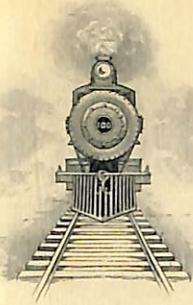
Esta dilatación es necesario tenerla muy en cuenta al llenar

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



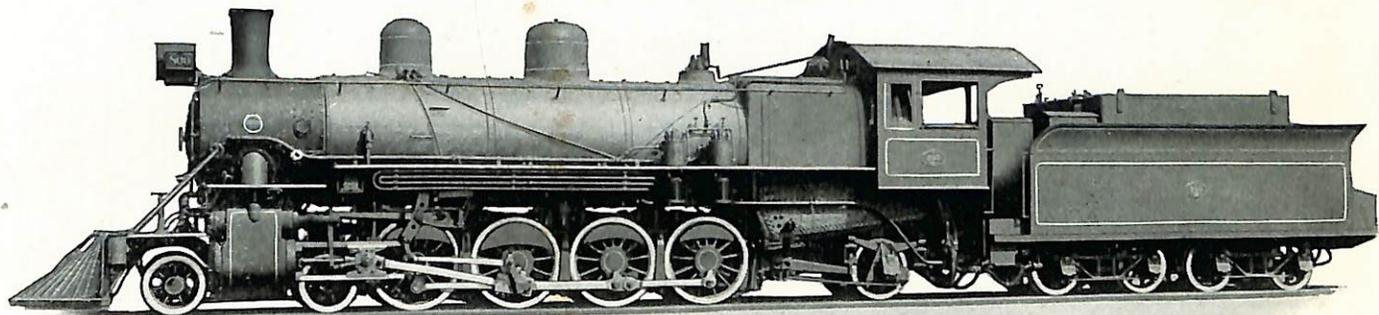
Los tanques que van en la locomotora llevando el combustible para el viaje, y en ningún caso se debe pasar del nivel cinco centímetros inferior de la parte alta del tanque, porque sería exponer el tanque a roturas o a filtraciones por el desajuste que la dilatación puede ocasionar en él.

Densidad del aceite combustible. La densidad del aceite da idea muy aproximada de sus componentes volátiles y por consiguiente de su inflamabilidad y peligro.

Para determinarla se emplea generalmente el areómetro de Beaumé y se expresa en grados del mismo los que tienen su número correspondiente comparado con el agua.

Los aceites comerciales tienen una densidad que oscila de 13° a 29° Beaumé que corresponden a un peso específico de 0.97 a 0.88, son pues menos densos que el agua.

PODER CALORIFICO. Los componentes principales de un aceite combustible son: carbono e hidrógeno que son los que producen el calor y pequeñas cantidades de oxígeno, nitrógeno, azufre y agua. Como el carbono es mas pesado que el hidrógeno los aceites que lo contienen son de mayor densidad que los ricos en hidrógeno. Parece a la ligera que se comprara mayor número de calorías en un aceite combustible mas denso que otro si la medida se hace por volumen, pero en la práctica se encuentra que esto no es cierto. El carbono tiene solo 8039 calorías mientras que el hidrógeno tiene 34374 calorías, por lo cual hay una compensación en favor de los de peso ligero, además los ligeros se dejan aprovechar



Locomotora tipo de montaña, construida para los FF.CC. del Estado, Argentina

TIPO: 4-8-2

CLASE DE BALDWIN: 14 32 ¼ E 3

PALABRA DE CLAVE: LUZETRECET

Vía	1,000 m.
Diámetro de cilindros.....	483 mm.
Carrera del émbolo.....	610 mm.
Presión de vapor.....	14,1 Kg. por. cm. ²
Diámetro de tubos de caldera.....	50 mm.
	135 mm.
Superficie total de calefacción evaporativa.....	240,61 m. ²
Area de parrilla.....	4,08 m. ²
Superficie de calefacción del recalentador.....	60,29 m. ²

Diámetro de ruedas motrices.....	1,270 m.
Base rígida de ruedas.....	4,115 m.
Base total de ruedas.....	9,881 m.
Base total de ruedas locomotora y tender.....	15,884 m.
Peso sobre las ruedas motrices.....	54.480 Kg.
Peso total de la locomotora.....	77.520 Kg.
Peso de la locomotora y tender.....	114.760 Kg.
Capacidad del tanque.....	14.980 Ltr.
Capacidad del combustible, petróleo.....	6.810 Ltr.

Fuerza de tracción.....	13.385 Kg
(à 85% presión de vapor)	
Capacidad de arrastre en toneladas métricas, exclusiva de la locomotora y tender:	

TONELADAS

A nivel.....	2 850
Sobre ½ por ciento de grado.....	1.350
“ 1 “ “ “ “	82.
“ 2 “ “ “ “	43.
“ 3 “ “ “ “	27.



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

más eficientemente por permitir las sustancias gaseosas una mejor atomización y por consiguiente combustión mas perfecta.

En The Southern Pacific Railway se ensayó en 745 locomotoras con el fin de obtener el poder calorífico del aceite combustible comparado con el carbón en el servicio del ferrocarril y se encontró que influían gradualmente las circunstancias locales, el tipo de la locomotora y especialmente las dimensiones, forma y disposición del hogar; resultó que 557 litros de aceite combustible equivalían a 907 kilos de carbón bituminoso de buena calidad.

Un aceite de 13° Bé da 10234 calorías por kilogramo, uno de 29° Bé da 10767 calorías, por lo que se ve ^{que} la variación es pequeña.

Además se encontró que en casos favorables un litro petróleo evapora 14 a 16 litros de agua, y en la práctica usual un litro de aceite evapora 12 litros de agua.

En general es aceptado en Estados Unidos donde tienen eficaces dispositivos para quemar carbón que la equivalencia calorífica entre el aceite combustible de 19000 B.T.U. es con el carbón de 12.000 *de* 1-3/4 por 1. en peso.

CAPITULO II

Descripción y detalles de lo que constituye un equipo para quemar aceite combustible en una locomotora y como funciona.

Los dibujos que se insertan muestran con bastante claridad el dispositivo para quemar aceite en una locomotora;

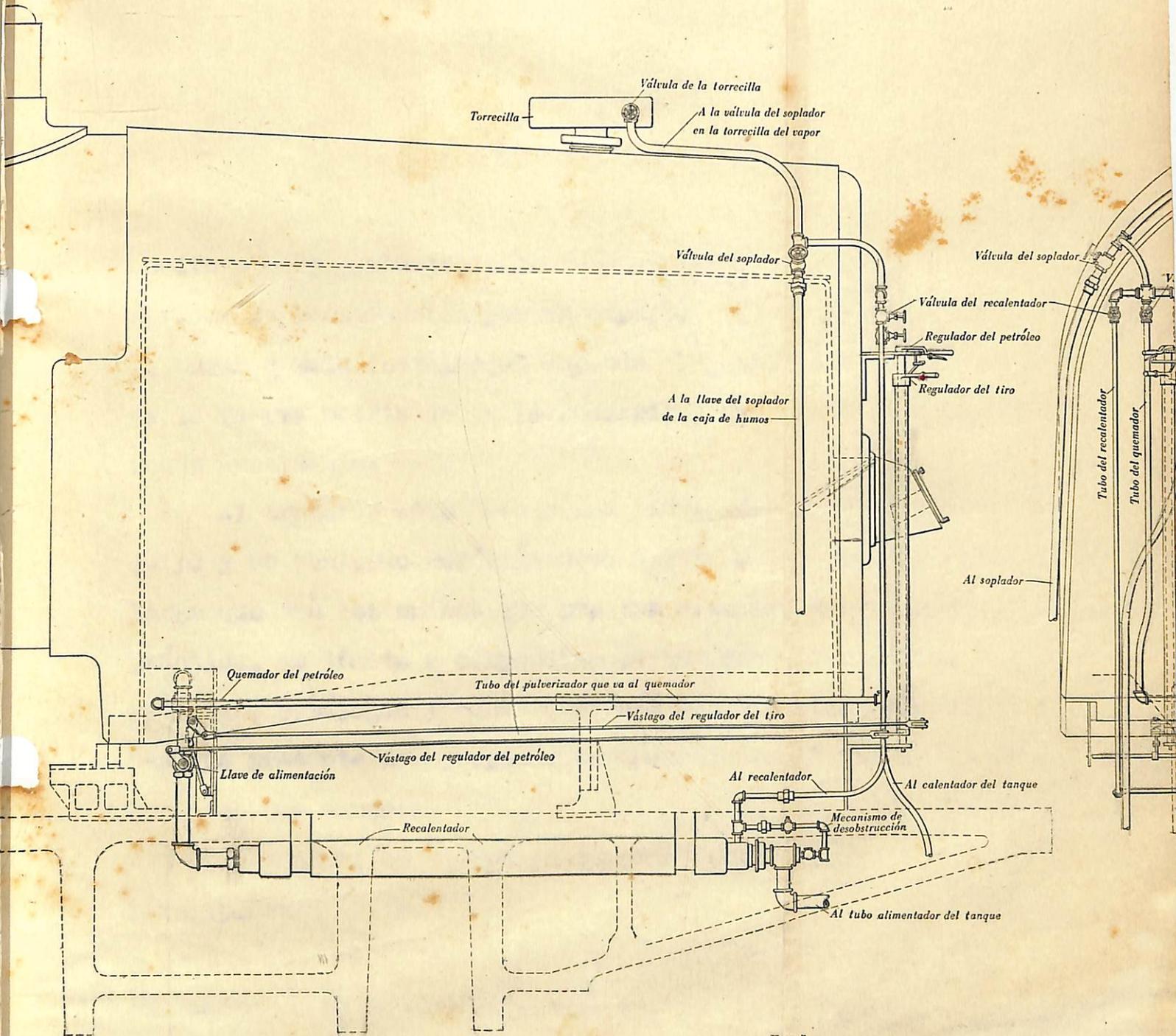


FIG. 7



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A. Y 5A ED.")
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

los detalles de diseño y construcción, dimensiones y forma del hogar diámetro de los tubos y válvulas, tanque, quemadores, varían en cada caso particular según las distintas condiciones peculiares.

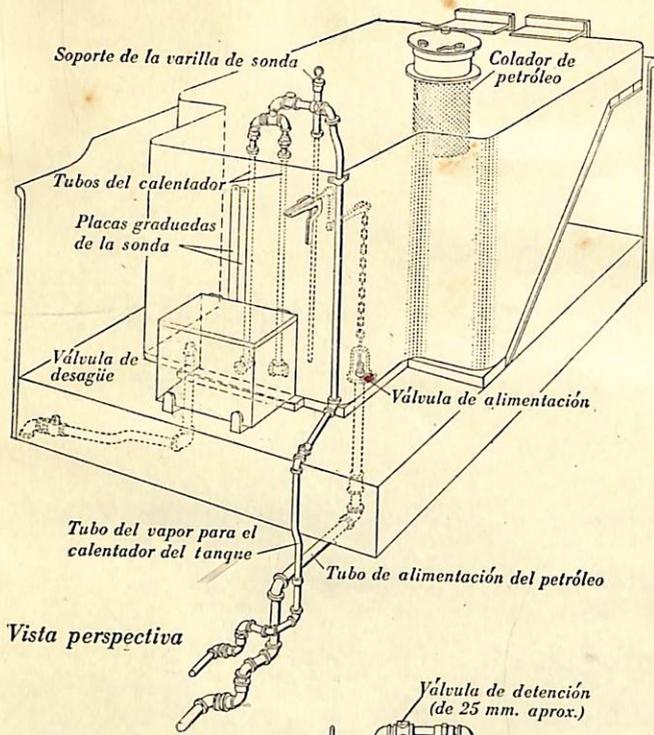
Siempre que se trate de hacer una instalación para quemar aceite u otro combustible se debe consultar el diseño y hacer revisar la construcción por un experto. No se podrá olvidar que de la buena o mala instalación depende el gasto de combustible que es la fuerza motriz de un ferrocarril y que gasta en ello gruesas sumas anualmente.

Al tratarse sólo de dar una idea general de lo que es un equipo y no teniendo conocimientos derivados de una experiencia larga que son los únicos que prestan efectivo servicio en la práctica, me limito a compendiar lo que encuentro en los textos, revistas, catálogos y conversaciones con expertos; las opiniones que presente son propiamente deducciones de todos esos elementos que enumero.

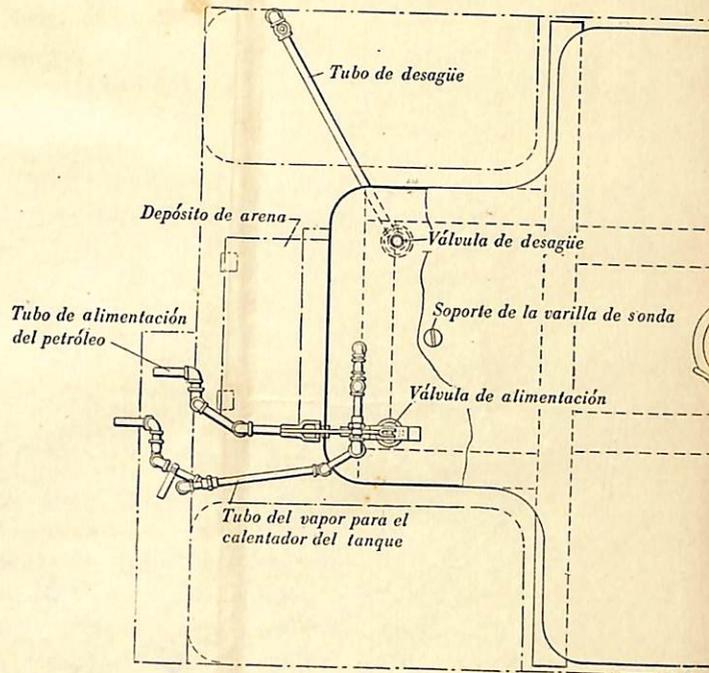
En general un equipo se compone de las siguientes partes principales:

1º - TANQUE DE ACEITE. Un tanque de sección rectangular, hecho de lámina de acero remachada o soldada, que va sobre el tender de la locomotora, de capacidad suficiente según la distancia de las estaciones de provisión de combustible.

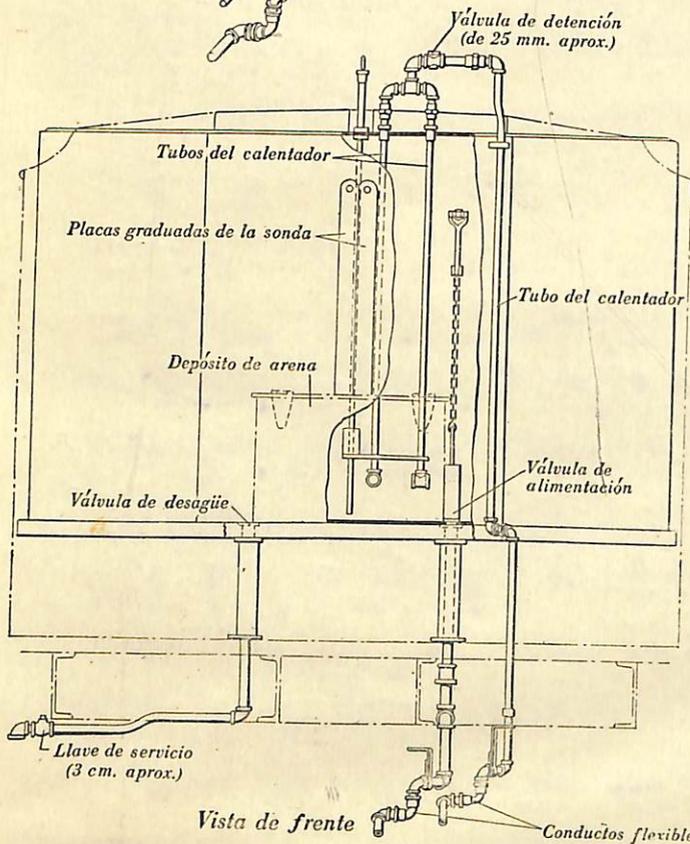
En las locomotoras del Ferrocarril de Antioquia se ha adoptado un espesor para la lámina de 1/4 de pulgada de espesor y se considera buena una capacidad de 1000 galones de aceite, para el



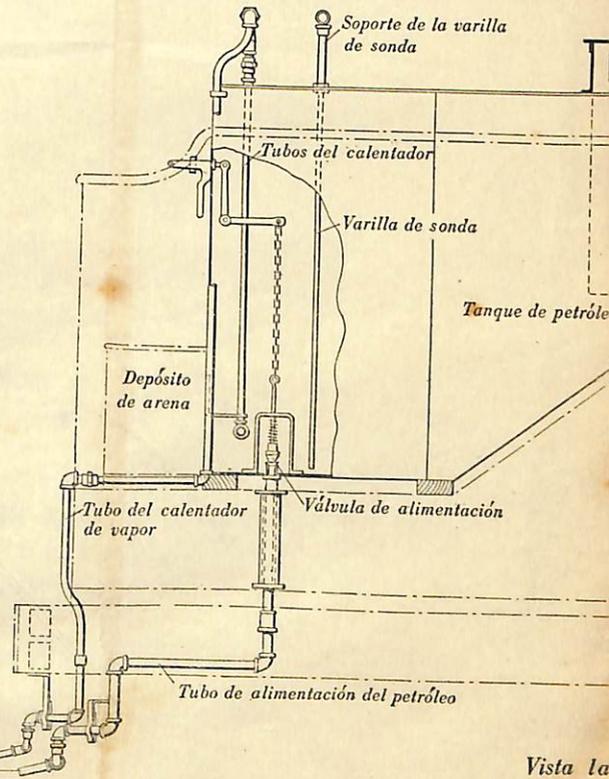
Vista perspectiva



Proyección



Vista de frente



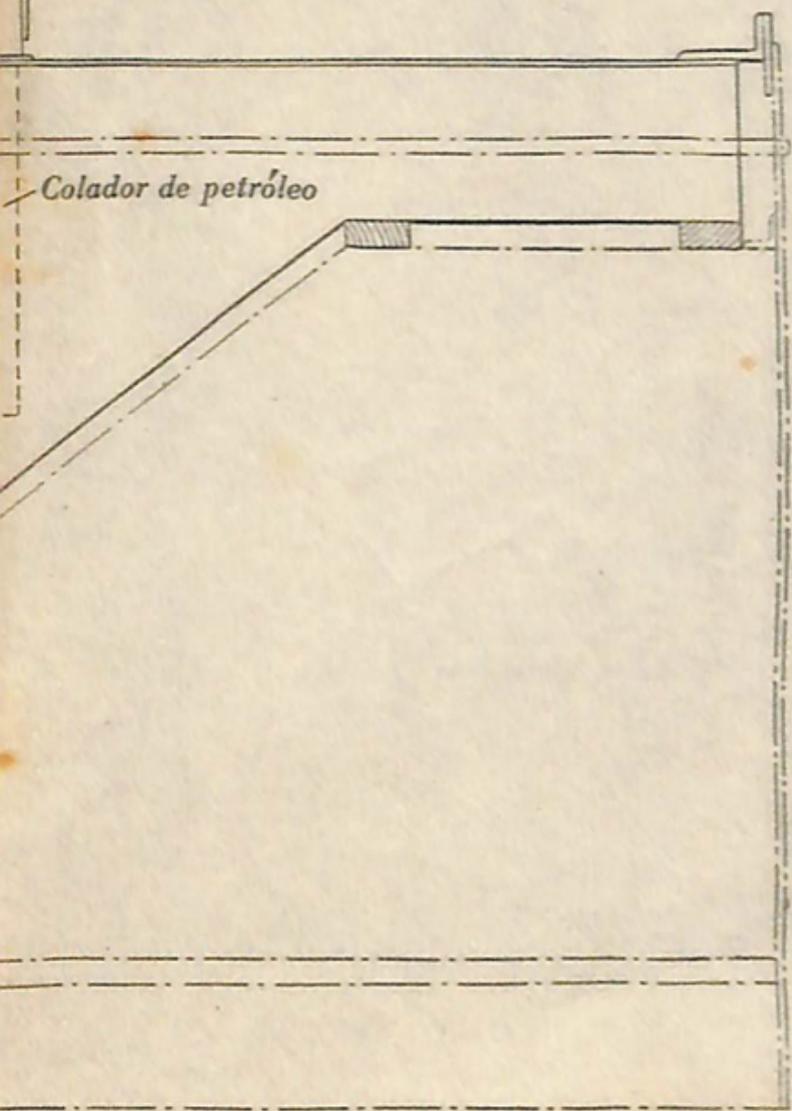
Vista lateral

FIG. 2

horizontal

Agujero de hombre

Colador de petróleo



al

69550

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: {"A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



viaje de Puerto Berrio a Limón y regreso, un recorrido de 235 kilómetros. Una de estas locomotoras recorre con un barril de 42 galones 13 kilómetros, de manera que para 235 kilómetros necesita unos 18 barriles o sea unos 760 galones, quedandole entonces unos 200 ó 250 galones para las demoras en estaciones.

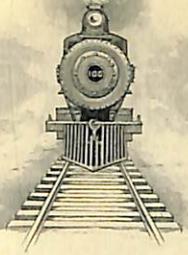
En el Ferrocarril de Antioquia se ~~usa~~^{acostumbra} alimentar el aceite combustible por gravedad, por ser en este caso lo más sencillo y económico, a causa de lo cual hay que colocar el tanque a tal altura sobre el quemador que dé una cantidad de aceite descargada por las tuberías suficiente para el mayor trabajo de la locomotora.

Tiene la descarga o alimentación por gravedad ^{la desventaja de} que cuando el tanque está casi vacío la presión se reduce mucho y con el movimiento de la locomotora a veces produce debilitamiento de la llama.

En Estados Unidos y en Méjico, donde es muy usado el aire comprimido para los frenos de las locomotoras, y carros, se conecta éste al tanque y se mantiene allí una presión constante, teniendo entonces una válvula de desahogo para evitar presiones altas.

El tanque tiene como accesorios:

a) LA BOCA O HUECO para llenarlo e inspeccionarlo; esta es circular de 16" de diámetro mínimo, con una corona o anillo de hierro con tapa perfectamente hermética y bien asegurada con tornillos. Esta solo se abre para llenar el tanque o inspeccionarlo, en todo otro tiempo debe mantenerse perfecta-



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

mente cerrada.

En el interior tiene un cedazo hecho con malla para retener las impurezas que van en suspensión y que podrían obstruir las tuberías o el quemador.

b) La válvula de salida del aceite que está situada en el fondo del tanque unas dos pulgadas sobre él para evitar tomar el agua al alimentar el quemador. La válvula es cónica y al dejarla suelta se cierra por gravedad; para tenerla abierta hay que levantar una varilla que sobresale en el tanque y ponerle un pasador que la sostenga en tal posición.

Este pasador va cogido con un alambre que va asegurado a la casilla de manera que al desconectarse el tanque de la locomotora, el alambre saca el pasador y la válvula se cierra, este es dispositivo de seguridad.

c) CALENTADOR DEL TANQUE. Al hablar del calentamiento se dijo había dos clases de calentadores, que entre nosotros era el más usado el de vapor directo x sobre el aceite. Este consta de una tubería que va al tanque y termina en te cerca a la válvula de alimentación, la entrada del vapor es maniobrada por una llave en la casilla.

El objeto de la te es producir circulación del aceite calentado mezclado con el vapor o con las goticas de agua producido por su condensación.

Mr. Malone el experto en aceite combustible de la Tropical sostiene que tal cantidad de agua y en tal forma no sólo dejan



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: {"A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

de perjudicar **la** combustión sino que hacen el fuego más fácil y mejor.

El dice que el efecto perjudicial del agua es cuando por defecto de circulación del aceite en el tanque y al ser este muy viscoso se hacen bolsas de agua que llegan al quemador extinguiendo el fuego.

d) Un grifo de agua para extraer del tanque la que se precipita por su mayor densidad. Mr. Malone sostiene ser innecesario cuando el calentador está propiamente instalado.

e) Una varilla graduada para medir la cantidad de aceite en el tanque sin necesidad de destaparlo.

El tanque de la locomotora número 16 se construyó en Cisneros con materiales conseguidos en el comercio y costó \$ 539.97

Actualmente hay materiales pedidos para hacer los de las locomotoras # 20, 22, 25, 29, 9 y 10 y tres terminados en la fábrica para # 35, 36 y 37, los cuales cuestan a \$ 900. cada uno.

2°- HOGAR Y CAMARA DE COMBUSTION. Difiere del de una locomotora para carbón en lo siguiente: en lugar del emparrillado, está forrado interiormente con ladrillo refractario; el combustible no entra por la puerta del hogar sino por el quemador situado en un agujero en el fondo del hogar y en su parte anterior; la entrada del aire se hace por un registro o hueco en la parte inferior del hogar.

La puerta tiene un agujero cubierto con una placa movediza para introducir por allí el embudo con la arena que sirve para despejar los tubos de humo del hollín que en ellos se ha deposi-

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4A. Y 5A ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



tado.

Como detalles importantes en la disposición del hogar dá la práctica: que el quemador esté cuatro pulgadas sobre el fondo del hogar y que el tamaño más económico del hogar es aquel que da una distancia de 1.40 metros del quemador al muro del frente. La entrada del aire por la parte inferior de la cámara de fuego se considera como el mejor sistema, por mezclarse mejor los gases y suceder una combustión más completa; el chorro de vapor del atomizador dispersa el aceite en munudas goticas las que proyecta con fuerza hacia el muro del frente, y en su recorrido se encuentran con la corriente de aire que asciende por el tiro, produciéndose una mezcla íntima entre ellos y tomando la dirección resultante y llenando de llamas el hogar y cámara de combustión.

Se distingue en el hogar caja de fuego que es donde se produce la llama y cámara de combustión donde los gases se mezclan, y se queman.

Un buen recubrimiento del hogar es indispensable para la duración de la caldera y para su buen servicio, los ladrillos de mala calidad ocasionan pérdida de trabajo de la locomotora, altos gastos de reparación y peligro.

Entre las muchas clases aconsejadas es sin duda el mejor el de bauxita aunque es el mas costoso, por su alto grado de refractabilidad y su alta resistencia mecánica. Conviene al construir el recubrimiento sostener los ladrillos en una solu-

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



ción de salmuera unas 24 horas para que ellos se empapen bien de ella y luego con la alta temperatura del hogar el cloruro de sodio actúe como fundente en las caras y aristas del ladrillo soldando unos con otros y dando al conjunto solidez monolítica.

La arcilla que se emplee debe ser también refractaria y se debe usar en las menores cantidades posibles, solo para ajustar unas caras de los ladrillos con otras; aconsejan añadirle una cantidad moderada de la composición del comercio llamada "Water glass" que es silicato de sodio, la cual actúa como fundente en ella dando un cemento que adhiere muy bien unos ladrillos con otros.

En las locomotoras del Ferrocarril se ha estado usando ladrillo refractario de Caldas y arcilla de la misma localidad pero con resultado deficiente; el adobe se quiebra mucho y hay que renovarlo con frecuencia, y la arcilla no pega bien siendo arrastrada por el tiro fuerte de la chimenea, dejando los ladrillos sueltos.

Con una buena colocación del ladrillo dura el recubrimiento en Estados Unidos y Méjico hasta dos años sin tener que hacerle reparaciones serias.

3º - EL QUEMADOR. Es una pieza de bronce pequeña dispuesto de tal manera que en él terminan la tubería de alimentación de aceite y la tubería de vapor para atomizarlo, produciéndose en el extremo donde se unen un chorro de gotitas menudas de aceite que se vuelven gas y se queman formando una llama intensa y continua.

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



El quemador constituye uno de los detalles mas importantes en un equipo para quemar aceite y de su armonia con las tuberias de alimentación, con los elementos de purificación y de fluidez depende la buena marcha de la caldera que los use.

Hay varias clases de quemadores en el comercio casi todos patentados, los principales son:

Quemador Von Boden Ingalls el cual tiene el conducto superior para el aceite y el inferior para el vapor y se unen en la extremidad de él produciendose la mezcla exteriormente sobre una superficie rugosa en la cual se verifica la atomización.

Este ha sido reputado como el mejor quemador y es adoptado como standard por los siguientes ferrocarriles de Estados Unidos: Southern Pacific Co., Great Northern Railway, Northwestern Pacific, Railroad, Portland & Seattle Railway, Chicago Rock Island & Pacific Railway, St. Lous & St. Francisco R.R., Texas and Pacific Railroad.

El tamaño del quemador varia según la locomotora para que se instala y son aconsejados de los siguientes tamaños según el diámetro y stroke de los cilindros:

de 2" para locomotoras de cilindros 16 x 24 o menos

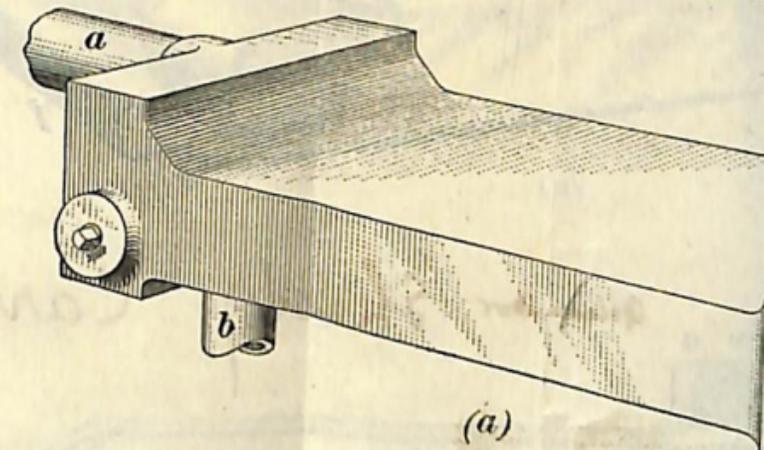
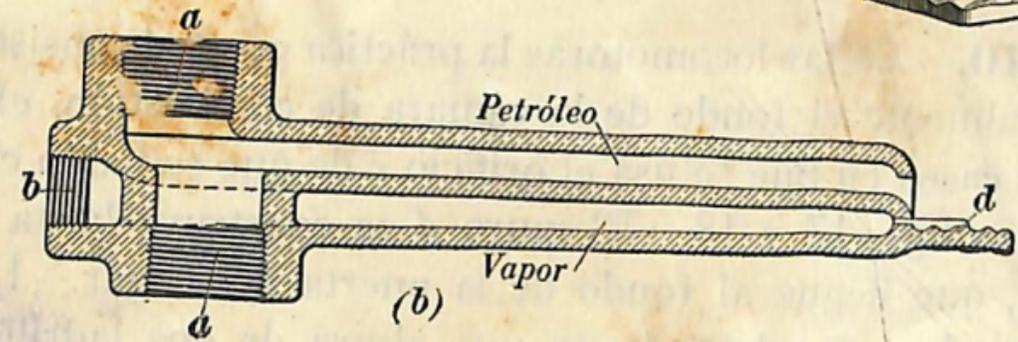
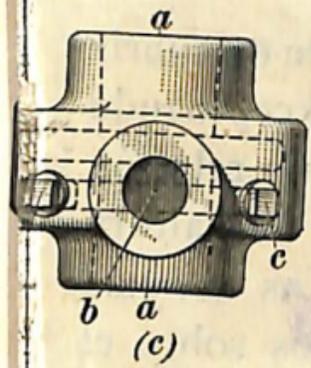
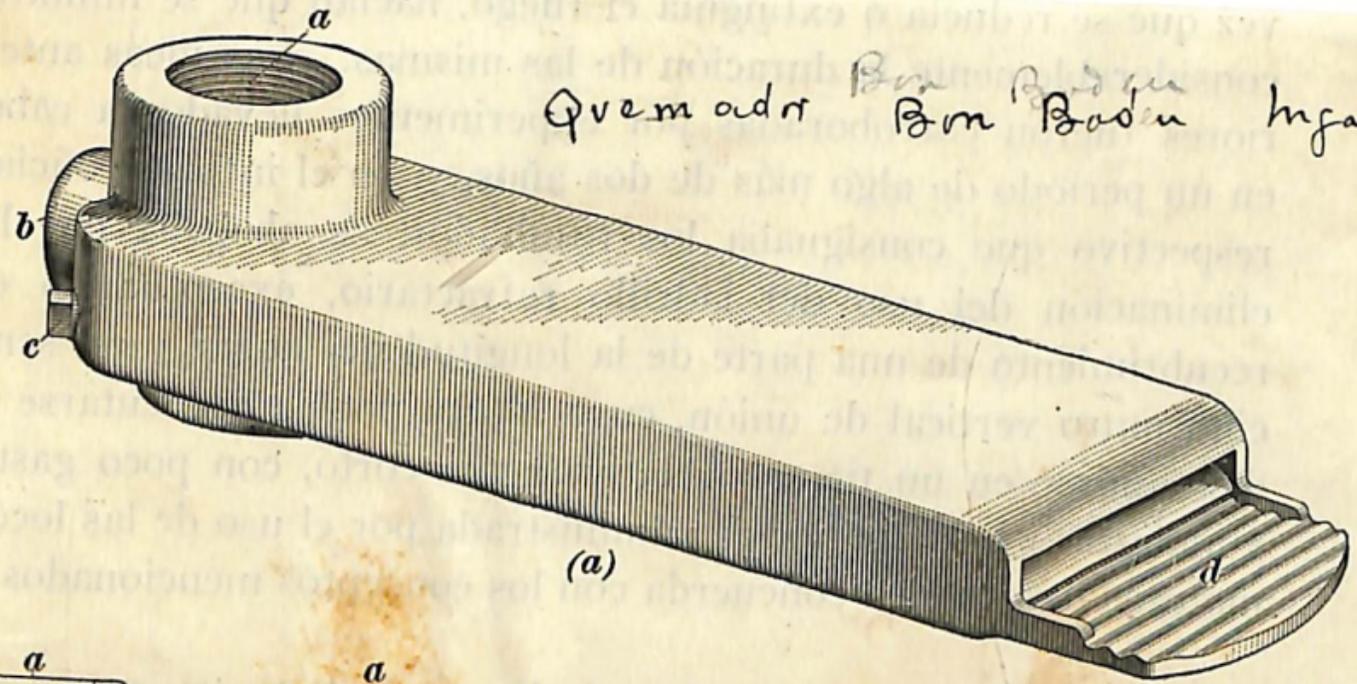
2½" " " " " 17 x 24

3" " " " " 18 x 24 y mayores.

Si se usa un quemador mayor del necesario hay desperdicio de aceite, carbonización y hollín; si es menor no quemara el aceite necesario para la carga de la caldera.

El quemador se debe colocar unas 4" ó 6" sobre la superficie

Quem adit Bon Bonu Ingalls



(2)

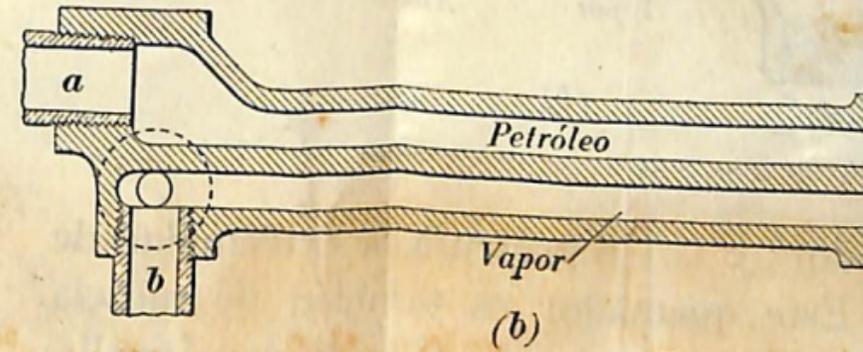


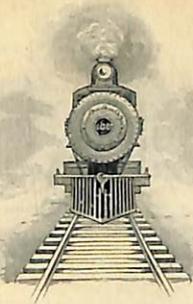
FIG. 22

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



del piso; una ligera entrada de aire evita su calentamiento, pero en ningun caso que el tiro vaya a ser tal que desvie la llama.

El Ferrocarril de Antioquia ha pedido quemadores de esta clase para sus locomotoras.

Quemador Booth, es también de mezcla exterior, pero el orificio de salidas del vapor está un poco hacia atrás del de salida de aceite, además la salida del vapor es ajustable por medio de una placa que tiene un tornillos de graduación. Al funcionar el chorro de aceite cae sobre el de vapor el cual lo vuelve menudas gotas. Este tipo de quemador es adoptado por el Ferrocarril Santa Fe en Estados Unidos y es también muy recomendado.

Quemador Sheedy-Carrik es de mezcla interior y ha sido muy usado en The Southern Pacific R.R. de Estados Unidos. El conducto del aceite está encima del de vapor y entre los dos hay una entrada de aire y se unen los tres antes de salir al otro extremo mezclándose. La salida del aceite es ayudada por la succión que hace el vapor al salir por la bequilla en que termina el quemador.

Quemador Baldwin, adoptado por la fábrica que le da el nombre, es una mezcla de los dos primeros.

4º TUBERIAS. Las hay que conducen aceite combustible y que conducen vapor, las principales son; la de aceite que arranca de la válvula de alimentación y va al quemador; las de vapor que arrancan de la torrecilla en la casilla y se desprenden del tubo del soplador dividiéndose en tres que van; uno al atomizador, otro al calentador con ramificación para el recalentador y para soplar los tubos hacia el hogar o hacia el tanque para limpiarlos; y la



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED!"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

del soplador.

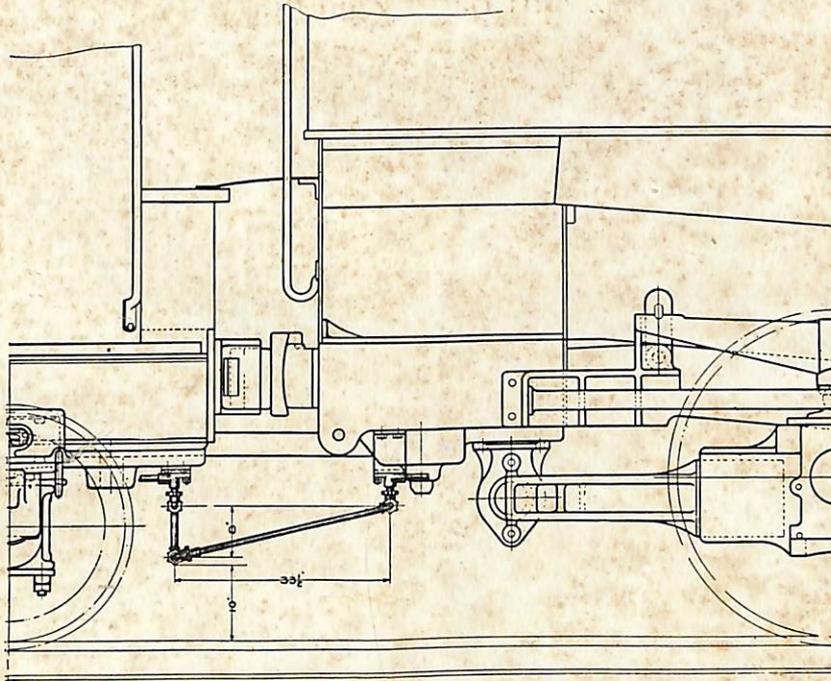
Como las tuberías de aceite conectan el tanque con el quemador constituyen un elemento de importancia capital, por lo cual sus dimensiones y disposición deben ser las aconsejadas por la experiencia como que dan buenos resultados; que sus uniones sean muy ajustadas y herméticas para evitar que las filtraciones tengan lugar; deben ir de la toma al quemador lo mas directamente posible para evitar muchos codos y uniones que aumentan el número de secciones débiles a las filtraciones y la resistencia por fricción a la circulación del aceite.

Una tubería bien diseñada debe tener previsto las obstrucciones con sedimentos y tener modo de limpiarlas con alambres dejando huecos o tapones en lugares apropiados.

Las uniones mas aconsejadas tratándose de aceite son las que tienen flange, por ser las más seguras y pueden hacerse impermeables con empaques metálicos, nunca con empaques de caucho pues este es fuertemente atacado por el petróleo.

Las válvulas deben ser de tipo de deslizamiento "Slide valves" pues tienen la ventaja sobre las de globo en que no dejan depositar sedimentos en su asiento, ni reducen la sección útil como aquellas.

Debe evitarse el dejar en las tuberías cámaras donde pueda acumularse el gas o el aire por lo que nunca debe ella subirse de la gradiente señalada por la entrada del aceite y la salida del mismo.

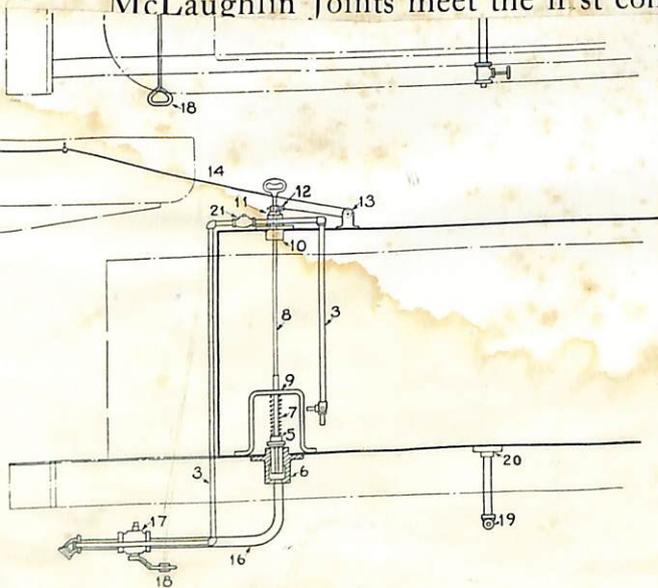


SHOWING APPLICATION OF McLAUGHLIN CONDUIT
USING THREE DOUBLE JOINTS PER SET

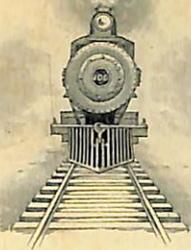
To be effective a Flexible Conduit Connection between engine and tender should meet two conditions. It should have a wide range of universal movement coupled with ample rail clearance.

It should provide an unrestricted opening—one that remains uniformly the same regardless of position, so as to provide at all times a free passage through the connection.

McLaughlin Joints meet the first condition of universal movement by providing



6. Cuerpo de la válvula del tanque de petróleo.
7. Resorte de la válvula del tanque de petróleo.
8. Vástago de la válvula del tanque de petróleo.
9. Yugo de la válvula del tanque de petróleo.
10. Caja de guarnición de la válvula del tanque de petróleo.
11. Glandula de la válvula del tanque de petróleo.
12. Clavija de cierre de la válvula del tanque de petróleo.
13. Guía del tender para cordon de seguridad.
14. Cordon de seguridad.
15. Guía de la casilla para cordon de seguridad.
16. Tubo de provisión de petróleo.
17. Grifo del tubo de provisión de petróleo.
18. Manija del grifo de provisión de petróleo.
19. Válvula de desagüe del tanque de petróleo.
20. Reborde del desaguadero del tanque de petróleo.
21. Válvula de retención de vapor al calentador de petróleo.



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

El tanque de aceite va sobre el tender y el quemador va en la caldera, lo que exige el tener tuberias flexibles para pasar del uno al otro.

Se usan generalmente las uniones McLaughlin hechas de bronce e impermeables, o las mangueras metálicas. Las primeras tienen de ventaja el tener una sección constante lo que es necesario y tienen mas flexibilidad; las segundas son de menos costo.

En el Ferrocarril de Antioquia se usan ambas con buen resultado, pero mejor para las uniones McLaughlin. La locomotora # 16 se equipó con manguera metálica y lleva un año de uso, está deteriorada en los extremos; la locomotora # 38 trajo de la fábrica uniones Mc Laughlin y esta en perfecto estado después de 10 meses de servicio.

5°- RECALENTADOR DE ACEITE. En toda instalación para que quede bien hecha se debe dedicar especial cuidado a la fluidez para lo cual después de calentar el aceite en el tanque lo vuelven a calentar en el recalentador cerca al quemador.

El recalentador es una pieza compuesta de dos tubos concéntricos por el interior circula el aceite y por el exterior el vapor que produce el recalentamiento, el cual sale al condensarse por un grifo de purga.

En climas cálidos como el de la línea del Nus puede prescindirse de usar recalentador, la locomotora # 16 no lo tiene instalado y trabaja bien.

6°- MECANISMO DE MANIPULEO EN LA CASILLA. El fogonero tiene



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".
CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

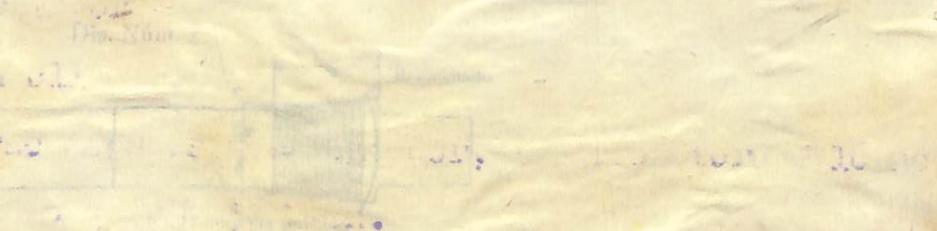
al alcance de la mano en la casilla las válvulas de globo para graduar el vapor en las tuberías y su consumo, además tiene la palanca que abre o cierra la válvula de alimentación de aceite insertada en la tubería.

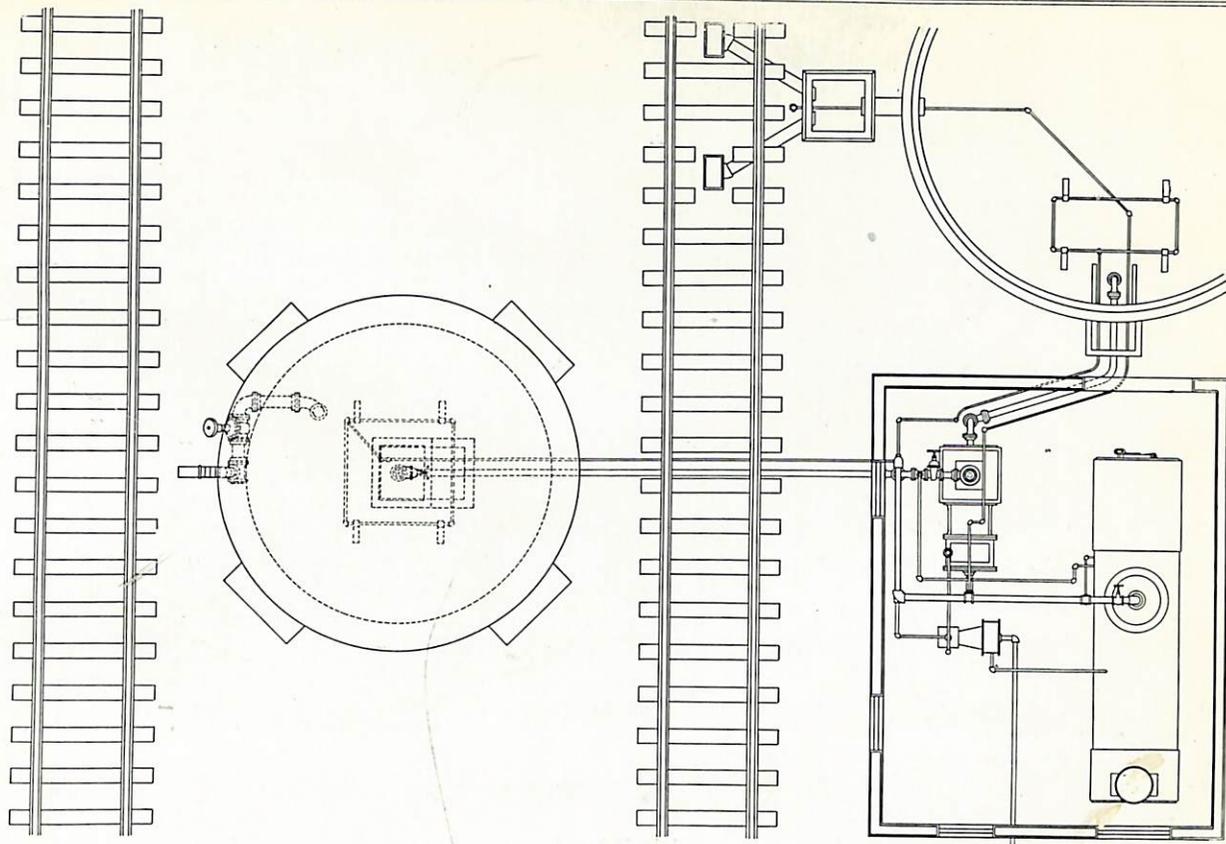
FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.

Primero se abre la válvula de vapor del calentador para hacer fluído el aceite combustible, condición indispensable para que pueda circular por las tuberías; luego se abre la válvula de vapor del atomizador para limpiar el quemador, se abre un poco el soplador para producir el tiro y por fin se abre el regulador del aceite para que este pueda correr hasta el quemador donde se atomiza, se enciende al ponerle en contacto con la llama y se quema en la cámara de combustión produciendo el calor para la caldera.

Costuras Que Consumen Petroleo

El diseño rematada en jarrón como ilustrado en esta página. En caso de
petróleo cuando se descomponen petróleo en hogares teniendo costuras
remaches con puntas de remache grandes, estas deben ser protegidas
lados del lo más posible por ladrillos.
puntas de remache. Sin embargo, debe ser reprimida puesto que
remaches en los a nivel, recomendarán el costo primario
en lisos y por la seguridad adicional en servicio.





Dis. Núm. 5

Plano de una estación típica de petróleo en un ferrocarril

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



C A P I T U L O I I I

Almacenaje de Aceite Combustible - Reglas Generales abreviadas sobre el manejo de locomotoras que lo usan.

ALMACENAJE DEL ACEITE COMBUSTIBLE. El Aceite Combustible se almacena en tanques que pueden ser superficiales o enterrados, de acero o de concreto.

Los tanques enterrados son más seguros, tienen menos evaporación y pueden ser hechos hasta a 50' de los edificios; los superficiales no deben hacerse a menos de 150' de los edificios en lugares poblados y deben tener un espacio hecho en terraplenes a los lados para depositar el aceite en caso de rotura o incendio.

El almacenaje de aceite está sometido a leyes concretas en los países civilizados donde hay que sujetarse a ellos para instalaciones de esta clase.

En Estados Unidos The National Board of Fire dá instrucciones completas sobre la cuestión, de las que tomo los más importantes para nuestro caso:

Clasifica los tanques en las siguientes clases:

- 1° Tanques enterrados -
- 2° Tanques en edificios
- 3° Tanques superficiales
- 4° Tanques superficiales bajo edificios.

Toda clase de instalación presenta algún grado de posibilidad de peligro, la más segura siendo los enterrados y la más



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

peligrosa los superficiales bajo edificio.

El buen resultado y grado de seguridad de cualquier sistema depende del diseño, calidad de la obra, vigilancia en la instalación de ella, buen sostenimiento y manejo cuidadoso.

El aceite combustible tendrá un flash sobre 150° F. y debe usarse sólo cuando haya encargados competentes.

Tanques superficiales sólo se permitirán en las afueras de poblaciones densamente pobladas.

TANQUES SUPERFICIALES.

1° Según la capacidad del tanque debe ser la distancia de las otras propiedades así:

a)	Capacidad en galones	Distancia mínima
	750	5°
	1100	10°
	3000	20°
	21000	25°
	31000	30°
	45000	40°
	64000	50°
	80000	60°
	128000	75°
	200000	85°
	1333000	300°
	2666000	350°

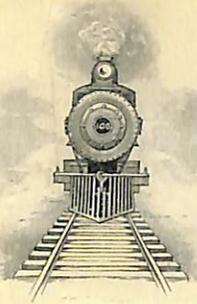
b) Para tanques permitidos de 50 a 175 pies de edificios

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



puede permitirse aumentar la capacidad un 33% si hay un sistema de extensión moderno y efectivo.

2° Materiales de construcción. Serán de acero o hierro dulce y tendrán espesor según los standards fijados.

Para líquidos bajo 35 Beamé pueden ser de cemento. Todo tanque de más de 5000 galones será diseñado con un factor de seguridad de 4.

Ningún tanque vertical tendrá más de 35 pies de altura.

Las costuras remachadas de las láminas tendrán una eficiencia mínima de 60%.

Las uniones serán remachadas y calafateadas o soldadas satisfactoriamente.

Todos los tanques deben ser pintados exteriormente con brea, asfalto u otro material que evite oxidación según las condiciones del lugar. No se permitirán techos de madera o metal mal asegurados.

Todo tanque tendrá un tubo de ventilación galvanizado que salga fuera de los edificios y no entrará en el tanque bajo el techo mas de 1", y estará forrado en malla de 40 x 40 inoxidable, su sección será tal que permitirá que la operación de llenarlo sea fácil, en ningún caso será menor de 1½" de diámetro.

Los tanques tendrán buenas fundaciones, si son altos serán soportados en materiales incombustibles excepto los bloques de madera que le sirven de cojín.

No se permitirá depósitos de materia combustible a menos

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



de 10' de un tanque.

Los tanques metálicos serán ^{lo} íntegramente de ~~este~~, techo, costados y base, con buena conexión a tierra para protegerlos de incendio en caso de caerles rayos o descargas eléctricas.

PRECAUCIONES MAS IMPORTANTES AL CORRER LA LOCOMOTORA Y AL INICIAR O TERMINAR EL VIAJE.

1° INSPECCION. Al regresar de un viaje debe inspeccionarse cuidadosamente y repararse: el recubrimiento de ladrillo en el hogar, obstrucciones en el quemador o en las tuberías, correcta posición del quemador, filtraciones en el mismo, que la caja de humo no permita la entrada de aire, que las tuberías y válvulas no tengan escapes, fugas de aceite en las tuberías o uniones flexibles.

La inspección interior y reparación del tanque sólo se hará después de vaciarlo de aceite y lavarlo con agua que tenga soda cáustica, pues el aceite despidе gases sofocantes que producen desmayos. No se dejará entrar en él lámparas o luces de llama.

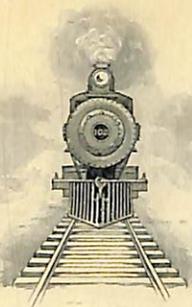
2° Al salir debe estar el tanque de aceite lleno, se le debe haber extraído el agua precipada ^{itao} y el aceite debe estar a la temperatura adecuada. Debe verse que el calentador esté bueno, que el hogar esté lo mismo y que el quemador esté trabajando bien, que haya arena limpia suficiente. Al llenar el tanque se dejarán dos pulgadas libres para expansión, no se dejará derramar aceite y no se dejarán acercar llamas a menos de tres metros de él por estar rodeado del gas explosivo que despidе el aceite al calentarlo.

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL".

CÓDIGOS: "A. B. C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



3° Al calentar el aceite para que esté fluido se hará sin exceder la temperatura de 44° centígrados, los que se aprecian fácilmente al contacto del dorso de la mano con el tanque, pues tal calentamiento no es molesto por ser un poco superior a la temperatura normal del cuerpo.

El calentamiento se ejecuta abriendo íntegramente la válvula de vapor y cerrándola al terminarse.

4° Operación para encender fuego en la locomotora, teniendo provisión de vapor para hacerlo.

a) Extráigase el agua precipitada del tanque y caliéntese el aceite, véase que el hogar esté en buenas condiciones y que no haya petróleo depositado en él.

Abrase bastante la llave del atomizador para extraer el agua y limpiarlo.

b) Ciérrase el atomizador, vuélvase a abrir ligeramente lo mismo que el soplador, póngase un pedazo de estopa empapado con petróleo encendida cerca al frente del quemador; ciérrase la puerta del hogar y ábrase gradualmente el grifo de alimentación del aceite.

c) Una vez que el combustible pulverizado esté encendido gradúese la alimentación de aceite, del pulverizador y del tiro para conseguir un fuego suave, sin humo negro hasta que el agua de la caldera esté caliente, entonces se aumenta el fuego. Otro sistema distinto al prender el fuego puede dar lugar a peligros o a desperdicios.

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



Para encender cuando no hay provisión de vapor, se empieza con leña seca en pedazos pequeños hasta tener unas 20 ó 30 lbs. de presión por pulgada cuadrada, después se limpia bien la caja de fuego y se procede como se indicó antes.

Uso del atomizador. El atomizador tiene que convertir en rocío fino el aceite y lanzarlo con fuerza para que se disperse en llamas en toda la cámara de combustión contra la resistencia del aire que entra por el tiro, de manera que mientras mas fuerte que éste sea, lo mas fuerte que debe ser el trabajo del atomizador; si se usa debilmente chorreará aceite en el hogar, si se usa fuertemente dará mala combustión, habrá desperdicio de vapor y habrá ruidos molestos en el hogar.

La combustión se regula teniendo en cuenta el trabajo de la locomotora y mirando el humo que sale por la chimenea; el humo negro indica mala combustión. Si el humo es blanco o azulado el fuego se está apagando, o es que está chorreando aceite en el hogar. El humo gris claro indica buena combustión. No debe tratarse de despejar la chimenea de humo del todo.

Uso del regulador de aceite. La cantidad de aceite necesaria varía con el trabajo de la locomotora, por lo cual el fogonero obrará de acuerdo con el maquinista durante el viaje. Cuando las paradas sean cortas no debe apagarse el fuego sino sostenerlo muy suave, para evitar que entre aire frio al hogar y desajuste los tubos, produciendo enfriamiento.

Uso del soplador. Debe usarse lo menos posible, y su uso inapro-

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



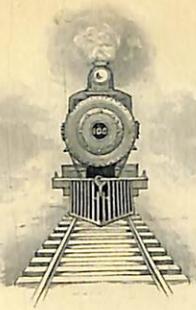
piado daña las tuberías. Conviene sí ^{usarlo} al empezar para despejar el hogar y la caja de humo de gases explosivos.

Nunca debe usarse cuando el fuego esté apagado, pues haría entrar aire frío a los tubos.

Patinamiento de la locomotora. Este produce un tiro muy fuerte y da lugar a que entre aire frío en los tubos, por lo cual se debe evitar, pero si sucediere el fogonero debe abrir bastante la entrada de aceite y activar la combustión mientras aquella cesa.

Al llegar a una estación no conviene cerrar muy rápidamente la entrada de aceite, sino que se debe rebajar gradualmente evitando siempre los cambios bruscos de temperatura.

En resumen el manejo se reduce a evitar peligros, a economizar combustible, y deterioro en la locomotora, todo lo que se haga en tal sentido por las tripulaciones indica buen servicio y que están cumpliendo su deber.



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

C A P I T U L O IV

El combustible en el F.C. de Antioquia.

El combustible es uno de los elementos más costosos en la explotación del Ferrocarril, basta mirar los números que siguen para convencerse de ello:

AÑOS	PORCE			GASTO ANUAL EN \$ ORO			N U S	
	CARBON	LEÑA	TOTAL	CARBON	LEÑA	Aceite COMB/.	TOTAL	EN EL F/C.
1919	17717.25	2770.93	20488.18	2247.56	40642.67		42890.23	63378.41
1920	35985.96	2557.20	38543.16	20.35	69245.30		69265.65	107808.81
1921	29297.45	2278.20	31575.65	5446.54	38835.67		44282.21	75857.86
1922	31068.60	2597.60	33666.20	20173.09	32199.54		52372.63	86038.83
1923	27284.55	2270.40	29554.95	15379.43	41914.07	731.02	58024.52	87579.47

En 1923 se gastaron \$ 87579.47 que es una suma de consideración y partida a la que se debe poner gran cuidado.

Es además el combustible la fuerza motriz que impulsa las locomotoras para poder remolcar los trenes, por lo que debe ponérsele gran cuidado desde el punto de vista mecánico y su influencia en la eficiencia de la locomotora y en el buen servicio de transporte.

La empresa del Ferrocarril de Antioquia tiene a mano tres combustibles distintos: la leña, el carbón lignita y el aceite combustible.

Cuál deberá escoger? La respuesta es categórica: el que sea más económico.

Cuál es el más económico? Esto constituye un problema complejo

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



que hay que resolver localmente en cada tramo del ferrocarril, utilizando datos prácticos de trabajo y derivando los de la experiencia.

En cuestiones relacionadas con la explotación de ferrocarriles los únicos datos que aproximan a lo real son los derivados de la estadística de explotación en varios años. Los datos teóricos alejan mucho de la realidad y generalmente llevan a conclusiones ilusorias. Esto es especialmente cierto al tratarse del combustible; del poder calorífico que esto posee al que se le puede sacar empleándolo en un horno, manejado por nuestros fogoneros y en los recursos que le rodean hay una diferencia enorme, casi increíble.

La estructura física del mismo combustible altera de tal modo su eficiencia en una locomotora que no juzgo exagerado decir que carbón lignita de tamaño apropiado deja dos o tres veces más calor en la caldera que el mismo carbón en polvo. Trataré en el breve análisis que haga de los combustibles, de usar datos tomados de resultados de ensayos en lo que se refiere al aceite y de la estadística en varios años de trabajo en lo relacionado con la leña y el carbón.

Las fuentes de producción de las tres clases de combustible son:

Del carbón lignita, las carboneras de Amagá por ahora, más tarde las de Venecia, y de toda la región de carbones que cruzará el Ferrocarril, por lo cual se puede decir que es un combustible

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A. B. C. 4. A. Y 5. A. ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



de producción estable en un transcurso moderado de años y que su precio apenas variará con el jornal que se paga a los obreros que lo extraen. Se vende por toneladas métricas.

De la leña, los montes que costean la línea, los cuales se alejan diariamente de ella por la acción colonizante y pobladora de la raza. En la División del Porce casi no se consigue a precio razonable, en el Nus se va haciendo costosa y cada día subirá más su precio. Se vende por pilas de 2' x 3" x 4" = 24'cs.

El Aceite combustible. De Barranca Bermeja donde la Tropical Oil Co. tiene su refinería para abastecer el consumo del país de petróleo y gasolina según contrato con el Gobierno Nacional

Bien conocida es la opinión de expertos geólogos sobre la riqueza del valle del Magdalena en petróleos, índice de ello es la alta inversión de millones de pesos que ha hecho la Tropical Oil Co. para instalar maquinaria para su extracción.

En cuanto a la estabilidad de la refinería⁷ basta decir que es condición del contrato base de la propiedad de la Compañía y que ella cumplirá decorosamente. Es cierto que el contrato no se refiere al "aceite combustible" "fuel oil"; pero como este es el residuo de la destilación que queda seguramente al sacar el Kerosene y la gasolina se puede considerar su producción estable.

El consumo de la gasolina y el petróleo se extiende o desarrolla más rápidamente que el del "fuel oil", aceite combustible, por tener un mercado más extenso, puede llevarse a todo el país, mientras que el del aceite es limitado al valle del Magdalena pues

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: "A. B. C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



sólo paga un transporte en buque o ferrocarril con tarifas módicas.

El precio actual de un barril de 42 galones es de \$ 2.15 y se espera tener un precio menor al aumentar el consumo.

Este precio no es influenciado localmente como el de los otros combustibles, sólo depende en parte del mercado de Nueva-York que es sin duda el mayor mercado del mundo.

La Tropical tiene interés en vender su aceite combustible cerca a la refinería, y parece no subirá el precio

Al preguntar al Sr. G.E. Bubar, Gerente de la Tropical Oil Co., sobre el precio en un futuro próximo, me contestó: el precio del aceite combustible está tan bien estudiado que puedo decirle no subirá en cinco años. Mr. Bubar es alto empleado de la Compañía en la cual trabaja hace más de 15 años y conoce bien el asunto, y se ha mostrado interesado en ayudar al Ferrocarril.

Resumiendo el carbón y el aceite parece cambiaran poco de precio en el curso de unos 5 ó 10 años, la leña variará mucho.

División del Porce. Usa casi íntegramente carbón lignita de Amagá y ligeras cantidades de leña, no usa aceite combustible.

La leña puede descartarse de una vez por no existir en cantidades suficientes y a distancia de competir con el precio del carbón; quedan pues el carbón y el aceite.

El carbón cuesta cerca de \$ 4.00 cada tonelada en Medellín, el barril de aceite costaría cerca de \$ 2.50 en Medellín, sin contar flete férreo. Una tonelada de carbón equivale aproximadamente a 3 barriles de aceite, los que costarían cerca de \$ 7.50 luego el aceite combustible no puede competir con el carbón en el

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4. A. Y 5. A. ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



Porce y el combustible más económico en esta División es la lignita que usa actualmente.

División del Nus. Allí se está más cerca del aceite combustible y más lejos del carbón, por lo cual cambia de aspecto el problema.

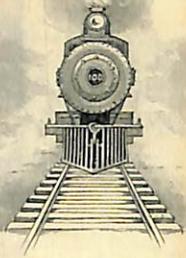
Hoy se usa la leña y para quemarla están diseñadas casi todas las locomotoras; la leña es de buena calidad, se vende por pilas de 24 pies cúbicos cada una a precios muy variables. De 1915 a 1919 el precio medio fue de \$ 0.85; en

1920	"	"	"	"	"	\$ 1.30; en
1921	"	"	"	"	"	\$ 1.00. De 1921 en adelante ha

subido hasta hoy en que está a un precio medio de \$ 1.30 y seguirá subiendo si el Ferrocarril continua consumiéndola.

La leña es sacada por contratistas quienes la colocan a lo largo de la línea, concentrándola principalmente en los primeros 30 kilómetros. Las locomotoras durante el viaje la toman casi de tal sitio demorándose cerca de media hora por viaje en las de carga y cerca de un cuarto de hora en las de pasajeros. Esta operación la hace utilizando los cuatro o seis freneros que lleva cada tren. Los contratistas emplean en la sacada de leñas al rededor de 200 hombres, los que podrían prestar servicios en la construcción de los ferrocarriles donde hay tanta escasez de brazos.

La leña hay que dejarla secar tres o cuatro meses para tener menos humedad en ella, y obtener un poder calorífico más alto, para lo cual hay que mantener una existencia alrededor de 12000 pilas para el consumo actual. Sostener esta existencia es tarea



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4. A. Y 5. A. ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S. A.

difícil casi imposible de conseguir si la Empresa obra con justicia y admite la libre venta del artículo. Estudiando el gráfico de leñas que muestra las existencias en los distintos meses y años, se notan grandes ondulaciones desde 1500 pilas hasta 18000 a medida que cambia el precio y las ocupaciones agrícolas de los monteros, o la demanda de brazos en otras empresas.

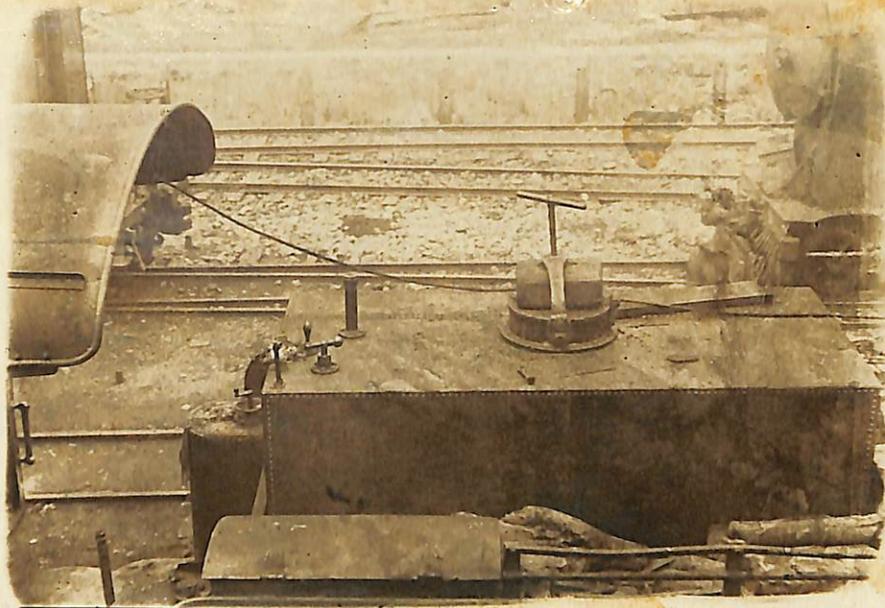
Para combatir la reducida existencia de leñas en algunas épocas se usa el carbón lignita de Amagá el cual llega allá sumamente pulverizado a causa del transporte y transbordos que sufre, se puede decir que pierde cerca de 20% por disminución a causa de la pulverización, además las locomotoras lo usan muy ineficientemente, pues a causa de las fuertes pendientes ellas trabajan a toda carga y como el tiro es muy fuerte lo arrojan por la chimenea casi sin encenderlo.

El precio a que sale la tonelada de buen carbón en el Nus es al rededor de \$ 9.00 a \$ 10.00 la tonelada.

Una tonelada de carbón equivale a 5 ó 6 pilas de leña en la caldera, luego hoy día con un precio medio por pila de leña de \$ 1.30 no puede competir el carbón con la leña en el Nus.

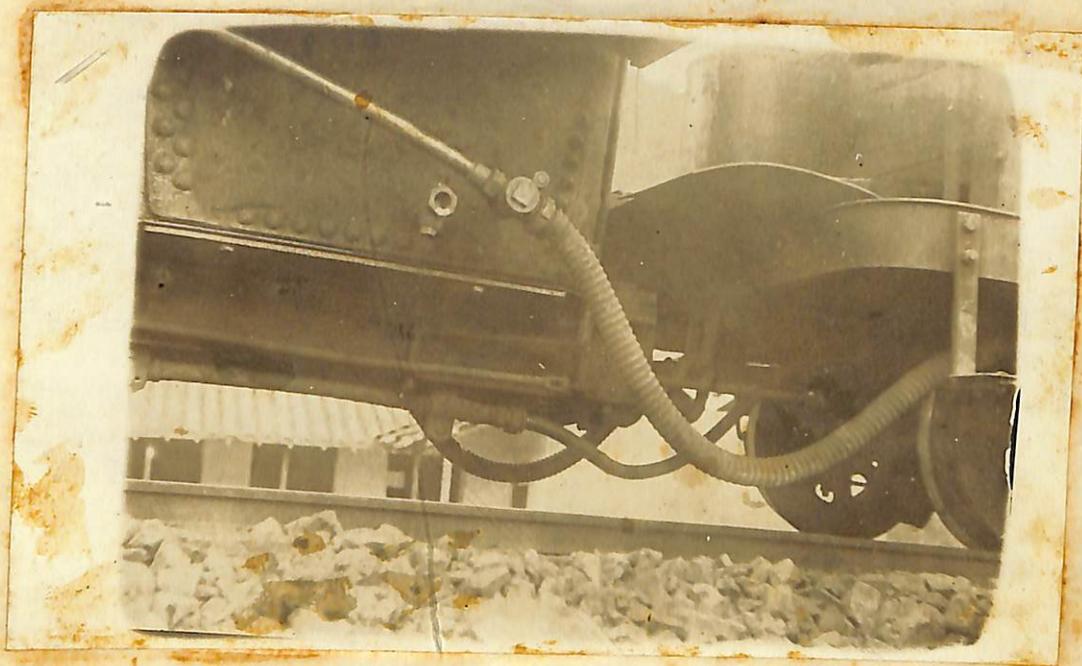
Sólo como un recurso se ha sostenido su consumo en cantidades pequeñas y por evitar las paradas a coger leña en la línea se usa en las locomotoras de pasajeros.

Descartado el carbón en el Nus en un lapso de tiempo de consideración, queda la comparación o escogencia entre la leña y el aceite combustible.



Loc #16.

Tanque



Loc #16

Mangueras
entre L.C.
y Tender



Loc #38.

Uniones flexibles
Mo. Laughlin

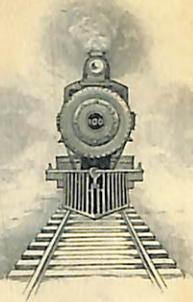
Recalentador
de aceite comb.

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A.Y 5A ED")
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



En el Informe que rendí al Superintendente General en 1923 que está publicado en la página 94 del informe de él a la Asamblea dije: "Solo me resta añadir que el problema del combustible está aún por resolver y constituye cerca del 10% de los gastos de explotación del Ferrocarril en la División del Nus. Entre el carbón y la leña que hoy en día se usan parece más conveniente la última, pero cada día se hace más difícil su extracción, mientras que el carbón tiende a abarataarse. Creo sería conveniente ensayar el petróleo en locomotoras diseñadas para ello y adaptando algunas de las que existen en la División".

En octubre de 1923 me ofreció Mr. Malone, el experto de la Tropical Oil Co. en aceite combustible, recomendado por Mr. Bubar, Gerente de la Tropical Oil Co., dirigir la adaptación de una de las locomotoras viejas en el Taller de Cisneros, lo cual fue aceptado por el Ingeniero Jefe, Germán Uribe H., quien estaba aquel día en Cisneros y se procedió a ello con los obreros del Ferrocarril y materiales del Almacén del mismo, usando un quemador que había traído la pala de vapor.

El trabajo costó \$ 411.84 en jornales y \$ 422.85 en materiales, total \$ 834.69 de los cuales correspondieron \$ 539.97 a la construcción del tanque.

En noviembre de 1923 se ensayó la locomotora # 16 con aceite combustible obteniendo excelente resultado. Desde entonces hasta septiembre de este año ha prestado muy buen servicio, recorriendo a toda carga 19183 kilómetros sin inconveniente de consideración.

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4.ª Y 5.ª ED."
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



1º Costo del combustible.

La leña cuesta hoy en promedio a \$ 1.30 cada pila, su precio va subiendo rápidamente con el alza del jornal, el aceite cuesta hoy a \$ 2.15 cada barril, su precio bajará un poco.

De la estadística que se lleva en el Ferrocarril tomo los siguientes números.

La locomotora número 16 con trenes de pasajeros y de carga, recorrió del año de 1916 al de 1923, 132.359 kilómetros con 18.654 pilas de leña, esto es, recorrió 7.1 kilómetros por cada pila consumida.

En noviembre de 1923 se equipó para quemar aceite y recorrió con trenes de carga hasta septiembre de 1924 inclusive 19.183 kilómetros con 1560 barriles o sea 12.3 kilómetros de recorrido por cada barril de aceite gastado.

Comparación. Un barril de aceite equivale o da en esta locomotora el mismo ^{efecto} ~~valor~~ que 1.73 pilas de leña.

1.73 pilas de leña cuestan hoy \$ 2.26

un barril de aceite cuesta hoy \$ 2.15

es, pues, menor el costo usando aceite.

La diferencia es un poco mayor en favor del aceite por haber servido la locomotora # 16 ^{con leña} el tren de pasajeros el cual hace diariamente un recorrido mayor y gasta menos combustible por cada kilómetro recorrido.

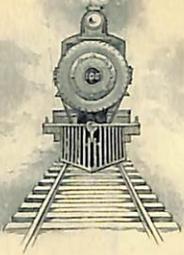
En vista del buen resultado obtenido con la número 16 que antes de la adaptación era muy mala vaporizadora y después

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A. B. C. 4. A. Y 5. A. ED."
Y "LIEBER")

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



la ~~se tenía~~ presión máxima de trabajo, la dirección del Ferrocarril pidió a la American Locomotive^{co} comprar dos locomotoras, una para quemar aceite combustible y otra para quemar leña, teniendo en lo demás idénticas especificaciones con el fin de hacer una comparación más precisa entre el carbón y la leña. Empezaron a trabajar las # 37 y # 38, la primera quemadora de leña y la segunda de aceite, en enero del presente año y el resultado ha sido el siguiente:

Loc. # 38 ha recorrido 21232 kilómetros con trenes de carga y ha gastado 1568.45 barriles de "fuel oil", o sea que ha recorrido 13.1 kilómetro por barril consumido.

Los 1568.45 barriles valieron \$ 3372.15, o sea que gastó por kilómetro en combustible, \$ 0.1588.

Loc. # 37 ha recorrido 29155 kilómetros en trenes de carga y ha gastado 4355 pilas de leña que valieron \$ 5100.92 o sea que ha recorrido 6.6. kilómetro por pila gastada.

Ha gastado por kilómetro en combustible \$ 0.1749.

Es, pues, más económico el aceite desde el punto de vista del costo del combustible.

En estas locomotoras dos pilas de leña equivalen aproximadamente a un barril de aceite combustible.

GASTO TOTAL DE RECORRIDO.

Las locomotoras # 37 y # 38 empezaron a trabajar en enero de 1924 en condiciones semejantes para poder compararlas, el resultado fué:

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL".

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



Loc # 38 ha recorrido 21232 kilómetros con un gasto total de \$ 6037.21 o sea un gasto de 0.284 por cada kilómetro recorrido

Loc. # 37 ha recorrido 29155 kilómetros con un gasto de corrida total de 8699.20 o sea \$ 0.298 por cada kilómetro recorrido.

Luego los gastos de corrida son menores con aceite que con leña, esto ~~era~~ de esperarse, porque fuera del combustible el gasto mayor es en jornales de tripulantes y con aceite se necesita uno menos en la casilla, además de que la locomotora puede dar mayor recorrido por tener menos demoras.

GASTOS DE REPARACION. Los gastos de reparación han sido:

En # 37 de \$ 546.72 o sea por kilómetro 0.0211

" # 38 " \$ 651.26 " " " " 0.0351

La locomotora # 16 recorrió de 1916 a 1923, 132.139 kilómetros y gastó en reparación \$ 10186.75 o sea \$ 0.075 por kilómetro. En noviembre de 1923 empezó a usar aceite hasta septiembre de 1924. Ha usado aceite combustible y ha recorrido 19183 kilómetros en un gasto en reparación de \$ 583.75 o sea un gasto de \$ 0.031 por kilómetro.

Nota. La Loc. # 16 sufrió un fuerte choque, por lo cual están altos los gastos de reparación. *Te 1916 a 1923*

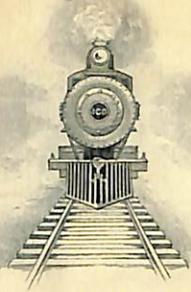
Los gastos son *más* altos en # 38 debido en parte a que cuando empezó a trabajar rozaba la pestaña del carretillo contra el bastidor de la máquina y se gastó dinero en tal reparación. También se debe a que el ladrillo refractario y la arcilla que se han conseguido no son apropiados y sufren mucho por lo cual ha habido

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED!"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



que arreglarlas continuamente. Esto se corregirá al conseguir mejores elementos.

Para hacer deducciones precisas sobre gastos de reparación sería necesario un transcurso de varios años para hacer comparaciones.

He estudiado las estadísticas de ferrocarriles que usan aceite y carbón, comparándolas, y se encuentra que los gastos de reparación son aproximadamente iguales o un poco mayor para el aceite combustible.

Cierto es que la temperatura en el hogar es mucho más alta cuando se quema aceite, pero también es cierto que con carbón o leña el calor tiene focos de concentración mientras que con aceite es uniforme prácticamente en todo el hogar y los daños como filtraciones o desajustes de los tubos provienen principalmente de diferencias de dilatación en ellos y en la placa que los soporta. La locomotora # 16 que tiene cerca de 15 años de servicio, hace un año quema aceite y no se ha presentado una sola filtración en los tubos de humo.

El gasto en la caja de fuego es mayor para aceite no obstante que el reemplazo del ladrillo es sencillo y rápido, y es este de bajo precio en el mercado. Con un hogar bien recubierto la diferencia de gastos de reparación es pequeña.

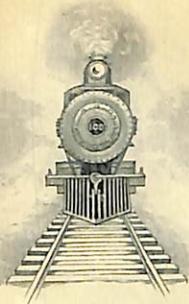
El gasto en chimeneas que en las locomotoras de carbón o leña es muy grande, en la División del Nus una chimenea con ataja chispas cuesta al rededor de \$ 350.00 y dura sólo dos años; en las de aceite ^{es} reducidísimo casi nulo; estas no necesitan dispositivo ataja chispas que aumenta tanto el peso de la chimenea y las re-

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: ("A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



jillas que ofrecen gran resistencia al tiro, obstruyéndose frecuentemente y dejando siempre pasar las chispas que producen incendios y son molestas a los pasajeros durante el viaje.

El gasto en tubos de humo es aproximadamente igual, según informan expertos en la materia, cuando el recorrido es alto por día; y duran más los tubos de la caldera cuando se quema aceite que cuando se quema carbón.

En resumen en los gastos de reparación en locomotoras que sólo ascienden en el ferrocarril al 4.5% son prácticamente iguales o un poco mayor con aceite que con leña.

FUERZA TRACTIVA DE LA LOCOMOTORA.

La capacidad de arrastre de la locomotora depende: de su peso sobre ruedas motrices y su adhesión a los rieles, y de su fuerza tractiva.

La expresión matemática de la fuerza tractiva es $T = \frac{0.85 P \cdot C^2 \times S}{D}$

T = fuerza tractiva en las llantas de las ruedas motrices en libras.

P = presión en libras por pulgada cuadrada en la caldera

C = diámetro del cilindro en pulgadas

S = camino recorrido por el embolo en pulgadas

D = diámetro de las ruedas impulsoras en pulgadas

0.85 es un coeficiente que expresa el porcentaje que la presión en el cilindro es con respecto a la presión de la caldera.

En una locomotora construida C, S y D son constantes; P lo sería si vaporizara lo suficiente para tener siempre la presión

FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



de trabajo, pero esto no sucede en las locomotoras de la División del Nus que siempre fallan por falta de presión en los ascensos de fuerte pendiente.

Queda entonces que $T \propto P$, que la fuerza tractiva varia con la presión en la caldera, especialmente en las locomotoras que tienen algunos años de servicio.

Cuando una locomotora a toda carga aumenta su velocidad a tal punto que la potencia desarrollada en caballos sea superior a la que corresponde a la vaporización de la caldera por tener que ^{en aquel momento, la presión empieza a bajar} suplir la deficiente vaporización con la reserva de vapor que hay en la caldera.

Al rebajar la presión disminuye la fuerza tractiva y por consiguiente la capacidad de arrastre de la locomotora. Generalmente la fuerza tractiva de de la locomotora es un poco mayor que la adhesión o igual. La adhesión es del 20% al 25% del peso sobre ruedas motrices según el estado de humedad de los rieles.

En el caso de particular de las locomotoras en la línea del Nus la consideración de la fuerza tractiva es de la mayor importancia. Allí las pendientes varían mucho y las hay hasta de 4.6% compensado. Momentos hay en que la máquina necesita sólo parte pequeña de su potencia y casi a continuación necesita trabajar a toda carga. Mucho se ha mejorado en el perfil para la explotación, con la construcción de variantes, procurando con ello utilizar toda la potencia de la locomotora y arrastrar trenes mayores.

Real es el hecho que las locomotoras tienen que pararse a levantar presión antes de coronar los ascensos, quedando en la pendiente

FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4ª. Y 5ª ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

en condiciones inapropiadas para ejecutar el arranque e impulsarse de nuevo.

En las locomotoras que queman aceite aquello no sucede, pues sostienen la presión máxima de trabajo.

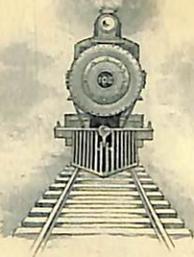
Para aumentar la capacidad vaporizadora de la caldera con un combustible dado había que aumentar el hogar y la superficie de calefacción. La fuerte curvatura de la línea del Nus no admite mayor base rígida de 10' que es el máximo usado allí, y con esta limitación es difícil proveer al aumento de las otras partes de la locomotora pues todo va armonizando; sería necesario usar locomotoras articuladas.

Con el aceite combustible, su alto poder calorífico, la mayor temperatura que desarrolle, y su fácil control en el hogar, se consigue buena evaporación aun en las locomotoras actuales de varios años de servicio.

INCENDIOS. El uso del carbón o de leña en las locomotoras da lugar a que se escapen chispas por la chimenea y produzcan incendios en las propiedades vecinas o en los carros que lleva el tren muchas veces con mercancías o artículos valiosos y a veces con explosivos.

La Empresa del Ferrocarril gasta dinero sin limitación, adoptando los dispositivos mas modernos y efectivos para evitar las chispas. Recomienda continuamente la revisión de las rejillas, a pesar de lo cual frecuentemente se registran casos de incendios y algunas veces de explosiones con pérdida de vidas.

En los trenes de pasajeros es altamente molesta la salida de



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4A. Y 5A ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

chispas especialmente cuando a causa de ellas hay que cerrar las ventanillas y se impide la buena ventilación, haciendo más caluroso y sofocante el carro de pasajeros.

Con el uso del aceite combustible no hay chispas, ni se necesitan ataja-chispas, ni rejillas.

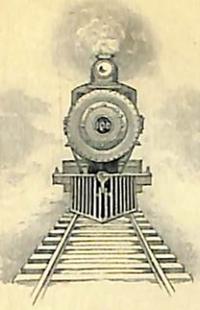
Itinerarios, velocidad, demoras en el viaje. Con el aceite combustible se puede sostener la presión máxima de trabajo en la caldera, por consiguiente hay margen para aumentar la velocidad si las condiciones de la línea lo permiten. La línea en un ferrocarril y especialmente en el de Antioquia, se mejora continuamente permitiendo velocidades mayores, las que se debe estar en condición de aprovechar no teniendo limitación de ella en la caldera.

Las locomotoras de carbón o leña, tienen que pararse en la línea a tomar carbón o leña, lo que trastorna frecuentemente los cruces de unas con otras aparte de la demora que sufren.

Con el uso del aceite no hay demoras en la línea a tomar combustible y se puede disponer de mayor velocidad, quedando así en mejores condiciones para cumplir los itinerarios que son la base de una explotación ordenada y económica, como también del servicio oportuno y bueno que se debe prestar por toda empresa de transportes al público que la utiliza.

PERSONAL DE MOVIMIENTO DEL TREN, Y DE COMPRA DE LEÑAS.

Las locomotoras de carbón o leña necesitan tres operarios: maquinista, fogonero y ayudante. El trabajo del fogonero es pesado, tan pesado que difícilmente puede prestar atención a la línea para



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: { "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

la seguridad del viaje.

Las locomotoras de ^{aceite} ~~carbón~~ sólo necesitan dos operarios: maquinista y fogonero. El trabajo del último es liviano, tan liviano que sólo tiene que mover las llaves para regular la combustión, no tiene que hacer esfuerzo alguno, el humo de la chimenea le indica la dirección del fuego, y puede tener cuidado con la línea dando mayores garantías de seguridad.

El personal de freneros queda sólo sometido a las exigencias de los frenos en el tren, pudiendo prestar mejor el servicio, pues ya no tienen la mezcla de trabajo que había ~~al~~ tener que alzar la leña.

Queda, además, el campo expedito para que la Empresa del Ferrocarril instale sus frenos automáticos de aire comprimido, frenos Westinghouse, como necesariamente lo hará cuando la educación del personal de operarios permita el buen uso y reparación de ellos.

En cuanto al personal encargado de la compra de leñas se economizará en mucha parte, pues el control de la compra del aceite es más sencillo, y localizado sólo en Puerto Berrio. Aparte de esto el difícil problema de la existencia de leñas dá que hacer a todo el personal de dirección y ejecución de la Empresa.

SEGURIDAD

El aceite combustible no arde espontáneamente como el carbón y la leña, para probarlo basta colocar una llama sobre una cantidad de aceite combustible a temperatura ordinaria y se verá que no arde.

Al calentarlo y dar gases, éstos sí pueden incendiarse si no



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

hay cuidado con ello. Se puede decir que un depósito de carbón está más expuesto a incendio que un tanque de aceite si ambos son bien instalados y manejados con el mismo cuidado.

Al hablar del flash y fire points se dijo éstos eran limitados por las leyes, en busca de seguridad para el público. El fuel oil que usa el Ferrocarril tiene un flash point muy alto cerca de 280° Fahr. o sea 122° cent., de manera que sólo al calentarlo a aquella temperatura dá gases que puedan quemarse, y el fire point está a 342° Fahr. o sea 168° centigrados de manera que sólo a esta temperatura la cantidad de gases es suficientes para sostener una llama continua.

Muy claro hablan de la seguridad los miles de locomotoras de aceite combustible que hoy sirven en los países densamente poblados, donde la seguridad es cuestión regulada por las leyes y bien estudiada.

La sola fábrica Baldwin Locomotive Works de Estados Unidos ha fabricado más de 1900 locomotoras de esta clase y ha equipado mediante adaptación más de 2000.

La cantidad de aceite consumido hoy en Estados Unidos como combustible es cerca de 40,000,000 de barriles al año. En el año de 1906 sólo era de 15,000,000 de barriles y el aceite sólo es usado comercialmente en los últimos 20 años, aunque si era conocido desde el año de 1859.

Los Ferrocarriles de Estados Unidos más consumidores de aceite combustible son los que están en las regiones petrolíferas, que



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A. B. C. 4A. Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.



pueden moverlo a bajo precio. Los principales son:

The Atchison, Topeka and Santa Fe Railway, The Southern Pacific Railway y The Great Northern Railroad.

Las observaciones principales relacionadas con la seguridad son: no abrir el hueco del tanque, y si se abre no acercar lámparas de llama; no acercar lámparas a menos de tres metros del tanque; mantener el recubrimiento de ladrillo refractario en buen estado. Conservar el dispositivo de seguridad del tanque en la válvula, listo para trabajar.

Se cita el caso ocurrido hace pocos meses en el Ferrocarril de Calamar a Cartagena, de una locomotora de aceite que se volcó, reventó las cajas de petróleo y gasolina con que iban llenos los carros sin producirse incendio ninguno, por haberse cerrado automáticamente la salida del combustible. Si éste hubiera sido carbón o leña había sido muy probable que los carbones encendidos del hogar hubieran provocado incendio.

En cuanto a seguridad de los tanques de almacenaje, se tratará ampliamente en el Capítulo IV.

PRENDIDA DE LAS LOCOMOTORAS.

Quando el combustible es carbón o leña, la pérdida del fuego en la locomotora demora cerca de tres horas, y al apagarla se pierde una cantidad apreciable de combustible, por haber que dejar que se consuma el que hay en el hogar.

Con aceite combustible hay dos sistemas para prender fuego, que son:

THE BALDWIN LOCOMOTIVE WORKS

Carro-Tanque Para Servicio Al Extranjero

Diseñado y Construido Por "The Baldwin Locomotive Works."



Dis. Núm. 2

Un carro-tanque moderno como se emplea generalmente en Europa. El carro ilustrado sobre esta página fue construido por "The Baldwin Locomotive Works" para "The Standard Oil Company de Nueva York" para el servicio en el Oriente-Europeo. Representa el tipo standard adaptado por los países Europeas. La capacidad del tanque es de 4000 galones de los EE.UU. ó sea 15,140 litros. El carro vacío pesa 30,800 libras ó sea 13,970 kilos y una vía de 4'8½" sea 1.435 metros.



FERROGARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL"

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A. Y 5A ED."
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

Cuando no hay provisión de vapor se inicia con leña menuda y puesta cuidadosamente hasta tener 25 ó 30 libras de presión la cual es suficiente para atomizar el aceite; después se levanta con éste rápidamente, durando la operación unas dos horas.

Cuando hay vapor disponible se levanta presión directamente con aceite y entonces la demora hasta tener la necesaria es menor de una hora.

En la División del Nus con sólo dos locomotoras ha habido que usar el primer sistema. Ahora que se va a adaptar nueve locomotoras más se puede establecer el segundo sistema, haciendo la prendida en Puerto Berrio con una caldera vertical pequeña que allá hay instalada y en Cisneros dejando la presión en la caldera durante la noche, poniendo la locomotora al cuidado del celador allí empleado.

La prendida con aceite tiene además de la ventaja del menor tiempo gastado, la de que se daña menos el recubrimiento de ladrillo refractario en el hogar, pues las astillas de leña si no se colocan cuidadosamente y son pequeñas, lo rompen, además de que las partículas fundidas obstruyen el quemador.

Por lo expuesto se deduce que el combustible indicado en la Sección del Nus en el Ferrocarril de Antioquia es el aceite combustible hoy, y en un período largo de tiempo, por lo cual se justifica la determinación tomada a instancia mia por la Dirección de la Empresa, de pedir nueve equipos para adaptar nueve locomotoras más para usarlo; un carro-tanque para mover el aceite económicamente y un tanque de 500 barriles con su bomba correspondiente para establecer



FERROCARRIL DE ANTIOQUIA

DIRECCIÓN TELEGRÁFICA: "CARRIL".

CÓDIGOS: "A.B.C. 4A.Y 5A ED"
Y "LIEBER"

MEDELLIN, COLOMBIA, S.A.

una estación de aceite combustible en Cisneros, para caso de una interrupción en la línea.

Con un costo menor de \$ 20.000 quedará equipada la División y en buen pie para prestar un buen servicio al público, darle mayor seguridad a sus propiedades y hacer una explotación económica en gastos de manejo.

Juan de D. Ceballos
Juan de D. Ceballos.

Medellín, noviembre 20/1924.

MBN.

