

Manual de Vapor

Capítulo IX: Servicio

José Gabriel Naranjo

ISBN 978-987-33-1050-8

CAPÍTULO IX

SERVICIO EN LOS DEPÓSITOS

256. Estacionamiento en depósito. — Además de los estacionamientos prolongados que se renuevan periódicamente al cabo de algunos días, y que se emplean en lavar las calderas y pequeñas reparaciones, se estacionan las locomotoras frecuentemente muchas horas en depósito, sea para dar al personal un reposo necesario, si la máquina está confiada a una sola pareja, sea por causa de los horarios de los trenes. Durante estas paradas se limpian los tubos, las parrillas y los mecanismos. ¿Es preferible en estos casos conservar el fuego, o tirarlo para re-encender antes de la salida? El primer método aumenta a veces el gasto del combustible, pero conserva mejor las calderas, que siempre se resienten de los enfriamientos y de los golpes de aire; durante los fríos se preservan mejor, si no están abrigadas, de la helada. Bien entendido, la duración de la parada nos guiará para la mejor elección de uno o de otro método: cuándo da lugar a dudas, se debe adoptar el primero y dejar la máquina encendida.

257. Limpieza. — El rascado del emparrillado, el vaciado y limpieza de los ceniceros y cajas de humo, son operaciones que producen mucho polvo y ensucian las máquinas; por esto es que son las operaciones preliminares, antes de toda otra limpieza, y mientras sea posible, deben efectuarse en un sitio alejado de las locomotoras ya limpias; los detritus abundantes, productos de estas operaciones, forman cúmulos poco agradables y la carga en los vagones que se los llevan es todavía otra causa de polvo.

Pero cuando se hace circular una locomotora bajo presión, después de tirar el fuego, el escape llama arrastra grandes cantidades de aire frío a través del hogar y los tubos; se atenúa este inconveniente cerrando las puertas del cenicero y del hogar.

El hollín que tapiza la superficie interior de los tubos impide la transmisión del calor; el agua de la caldera recibe menor cantidad y los gases salen más calientes por la chimenea. También es importante que los tubos se deshollinen frecuentemente; nos servimos de un escobillón simple, formado de un cabo de cuerda floja pasado por un ojo que remata una varilla flexible, y también de un cepillo metálico. Se limpian rápidamente los tubos por medio de un chorro de vapor enviado por una boquilla-lanza, que un tubo flexible une a una toma de vapor dispuesta sobre la caldera; la operación pide entonces la mitad menos de tiempo y de trabajo. Es necesario que los tubos flexibles estén siempre en muy buen estado, ya que el que los manobra está en peligro de ser quemado por el vapor, si se revientan. Este sistema es sobre todo útil para los tubos de aletas⁽¹⁾.

La limpieza exterior de las locomotoras es una operación de las más importantes, que debe ser hecha con cuidado y regularidad. Si la limpieza no se abandona jamás, si se mantienen las máquinas en permanente limpieza, la labor de los limpiadores no es larga y produce excelente efecto. Pero si no nos ocupamos de la limpieza de la máquina hasta el día en que se han producido quejas muy vivas, llegaremos a poner en ella todos los peones del depósito y no se obtendrá sino un resultado mediocre.

Una limpieza irreprochable es el lujo más bello de un servicio de máquinas, si puede llamarse lujo a una operación tan útil para el mantenimiento y la vigilancia eficaz de sus aparatos. Esta limpieza minuciosa, que nada obscurece jamás, que vemos sobre el material de ciertos ferrocarriles, lleva aparejados algunos gastos suplementarios, pero no tantos como podría creerse, por cuanto es, en suma, fácil mantener en perfecto estado las piezas que no se dejan nunca ensuciar ni oxidar; además la limpieza trae una cierta economía sobre los gastos de mantenimiento corriente y de reparación, disminuyendo el número de averías, sin que ninguna pieza pueda separarse o aflojarse sin ser vista al punto. Nada enorgullece más ni lisonjea al aficionado a las máquinas ni al personal que las conduce, que una locomotora con las pinturas perfectamente limpias, los cobres y los aceros relucientes sin una traza de polvo ni una mancha de aceite.

(1) Se hallará en la *Revue de Mecanique*, abril 1902 p. 333, una descripción de los útiles necesarios para la limpieza de los tubos de humo.

Servicio

Como economía indirecta, la limpieza disminuye el gasto de aceite, a veces exagerado. El aceite, que forma con el polvo costras pastosas sobre el cuerpo de las bielas y los rayos de las ruedas, no ayuda en nada a reducir el frotamiento de las articulaciones; al contrario, puede temerse que esta pasta tenga una acción absorbente y chupe, como lo haría un papel secante, el aceite que debiera quedar entre las partes frotantes.

En cuanto al aceite que cae a tierra, puede ser perjudicial cuando lo hace sobre el carril en donde hace patinar la máquina. Vemos cajas tan abundantemente rociadas de aceite que éste cae sobre los rayos de las ruedas y hasta a las llantas. Para tener las máquinas limpias, hay que tener buenas aceiteras, de caudal moderado, manejables de un modo fácil.

Se limpian separadamente las diversas partes de las locomotoras: las envolturas de caldera, chapas, (abrigos, cubre-ruedas, diversas del ténder), el bastidor y las ruedas, el mecanismo y los bronce. Salvo los mecanismos y los bronce, la mayor parte de estas piezas van pintadas. Ciertas piezas del mecanismo se pintan de igual modo algunas veces, por ejemplo, los cuerpos de las bielas, sobre todo cuando salen en bruto de la fragua.

Se han empleado con frecuencia para envolver las calderas hojas de latón pulido, y no pintadas. Es menor su empleo hoy día. Cuando no se quiere pintura se emplean a veces, las chapas de hierro bruñido llamadas chapas rusas; estas envolturas resisten bien al calor, el aspecto es más agradable y gusta por su elegante sencillez; no obstante, su conservación parece más onerosa que las chapas pintadas.

Empapando con una capa fina de sebo las chapas pintadas y barnizadas, previamente limpias, el polvo y el hollín que puede escupir la chimenea se adhieren sobre el sebo y se quitan fácilmente al limpiarlas, sin alterar el barniz. Este empleo del sebo es frecuente en Inglaterra.

Limpiando las máquinas, no hay que olvidar que la soda cáustica y el jabón disuelven el barniz.

Cuando una máquina entra en el Depósito, la limpieza debe empezar de preferencia por el mecanismo, que es el que se oxida pronto si queda mojado; después se pasa a las envolturas de la caldera aprovechando el estar caliente, terminando por fin en las ruedas y el bastidor.

Los cobres y bronce, concentrados en gran parte en el interior de la marquesina, son generalmente mantenidos por el foguista de la máquina.

258. Depósitos en las calderas. — El agua que sirve a la alimentación de las locomotoras es algunas veces cenagosa: la arena y la tierra que contiene se deposita en el interior de las calderas. Por otra parte, la mayor parte de las aguas, aun las más claras, encierran en disolución sustancias sólidas; tanto es así que el carbonato de calcio (creta) y el sulfato de calcio (piedra de yeso) existen frecuentemente en las aguas más límpidas, en proporciones variables. Estas sustancias quedan en la caldera cuando se vaporiza el agua, y tapizan las paredes interiores. Sobre todo el sulfato de calcio que forma depósitos duros y adherentes, es más nocivo que los depósitos cenagosos o pulverulentos, que salen con el agua cuando se vacía la caldera. El sulfato de calcio tiene la propiedad especial de ser tanto menos soluble cuanto más caliente está el agua⁽¹⁾.

La proporción de las materias sólidas disueltas en el agua, que se mide por la evaporación, es muy variable. Ciertas aguas, excepcionalmente puras, no contienen sino algunos centigramos de materias sólidas por litro; muy frecuentemente, el residuo es de 20 a 30 centigramos por litro; a veces se eleva a un gramo y a más: no se emplean aguas tan impuras sino por absoluta necesidad.

En época del vapor, los trenes del entonces Ferrocarril Central Argentino, hoy Ferrocarril Mitre, acostumbraban a tomar agua en la estación Lima, debido a su pureza. Como contraparte, el Ferrocarril Central Norte utilizó locomotoras con ténder de condensación, debido a la pésima calidad del agua en partes importantes de su recorrido.

(1) Un litro de agua, a la temperatura de 400°, puede disolver 1,648 g de sulfato de calcio: a 200°, 0,155 g, solamente. Ver Boyer-Guillon en la Revue de mécanique, enero 1901. p. 5.

Frecuentemente se ensayan rápidamente las aguas por medio de una disolución tratada de jabón en alcohol que, vertida en el agua, no produce película jabonosa sino desde que se neutralizan las sales disueltas por el jabón. Se obtiene así lo que se llama un tratamiento hidrotimétrico del agua. Un grado hidrotimétrico corresponde a un peso determinado de cada sal, a 1,2 cg de sal marina por litro de agua, 1,3 cg de carbonato de calcio, y a 1,4 cg de sulfato de calcio.

En las calderas, las materias sólidas abandonadas por el agua forman polvos, lodos y costras duras. Las cortezas así formadas recubren el hogar y los tubos y hacen más difícil la transmisión del calor: el metal en contacto con el fuego y los gases calientes ya no toca el agua, calentándose con exceso y con riesgo de alterarse. Estos depósitos son una causa importante de deterioro de las calderas; además, y como el hollín de los tubos, reducen el efecto útil del combustible.

Ciertas aguas de alimentación llevan en disolución sal marina, que se concentra en el agua de la caldera; una proporción de sal un poco fuerte entorpece la producción del vapor: el agua se hace espumosa, y esta espuma, arrastrada por el vapor, llena los cilindros de agua mientras que la caldera se vacía. Cuando se está obligado a emplear aguas conteniendo sal, es necesario, por frecuentes vaciados de la caldera, impedir a la disolución el concentrarse hasta producir este efecto.

259. Lavado de las calderas. — No hay que dejar acumularse estos depósitos en las calderas: deben ser lavadas después de un cierto recorrido, que puede variar según la naturaleza de las aguas de alimentación. Sobre la red de Lyon, la regla es de no dejar depositarse más de 25 kg de materias sólidas en una caldera, sin someterla al lavado. El peso de este depósito se calcula multiplicando el número de kilogramos de agua consumida por el peso del residuo sólido que deja un kilogramo. Un índice da los residuos de kilogramo para las diversas aguas que sirven a la alimentación de las calderas; en cuanto al peso total del agua evaporada no se calcula directamente, pero se estima, partiendo del consumo de combustible: un kilo de hulla vaporiza un poco más de siete kilos de agua. Se halla así que una locomotora quemando por término medio diez kg por kilómetro y alimentada con aguas que dejen 0,1 g por litro, no debe recorrer más de 3.500 km entre dos lavados: durante este recorrido la máquina habrá quemado 35.000 kg y vaporizado 250.000 kg de agua, dejando un depósito de 25 kg. Si el residuo es de 0,25 g por kilogramo de agua, este recorrido se reduce a 1.400 km; si el consumo fuese de otro modo de 14 kg de hulla por kilómetro, el recorrido no debería exceder de 1.000 km. Ya se ve a que reglas sujeta y cuáles son los gastos que entraña el empleo de las malas aguas.

Para lavar una caldera se abren los diferentes orificios practicados a este efecto y se dirige al interior un chorro de agua tan potente como sea posible; se ayuda la acción del agua rascando con varillas a propósito todas las superficies de incrustación que puedan alcanzarse. La dificultad de los lavados no consiste en la operación en sí misma, que no pide sino cuidado para ser bien ejecutada: pero exige un tiempo considerable si se quiere conservar las calderas. Todo enfriamiento rápido, sea por el aire atravesando el hogar, sea por una proyección de agua fría, es temible para las chapas y determina fugas.

Para no fatigar una caldera, es necesario pues dejarla enfriar lenta y completamente antes del lavado, lo cual exige una parada larga de la máquina, sobre todo con las grandes calderas que se emplean actualmente. Se puede sin inconveniente reducir el estacionamiento necesario para un lavado, a condición de hacerlo con agua tibia: así no se tendrá necesidad de esperar el enfriamiento completo para empezar el trabajo. Estando la caldera llena a continuación con agua tibia, también se abrevia la puesta en presión. El agua tibia es lanzada por un eyector, que recibe de una parte el agua fría y de otra parte el vapor de otra caldera.

Algunas veces se abre el grifo de descarga de las calderas mientras se hallan todavía calientes, a fin de arrastrar los depósitos de lodo; pero hay que hacerlo guardándose mucho de bajar con exceso el nivel del agua por virtud de esta expulsión en caliente, por cuanto el cielo del hogar puede sufrir un calentamiento (sobre todo en las máquinas provistas de bóveda de ladrillos, que conserva mucho tiempo el calor); resultaría así una alteración del metal y también el endurecimiento de los depósitos que lo recubren.

Servicio

Para llenar la caldera en frío, con ayuda de un tubo flexible acoplado al grifo de descarga, se deja escapar el aire que la caldera contiene abriendo el regulador y los purgadores: no hay que olvidar jamás el cerrar el regulador en cuanto la caldera está llena. Hay suficiente por otra parte con dejar destapado, mientras se llena, uno de los orificios de la caja de fuego, que frecuentemente lleva en su parte superior.

Después del lavado de la caldera debe enjugarse y limpiar bien el mecanismo, el bastidor y las ruedas. El lodo contenido puede penetrar en las articulaciones de aquel y hacerlo calentar. Por esto es conveniente disponer las máquinas de movimientos interiores, cuando se lavan las calderas, con los dos codos del eje dirigidos hacia arriba e inclinados a 45°.

260. Desincrustantes. — Ciertos productos llamados desincrustantes, tirados en el agua de las calderas, impiden a los depósitos sólidos adherirse a las chapas; tomado al pie de la letra, esta palabra significa que no solamente estas substancias impiden la formación de las incrustaciones, sino que además, pueden descascarar las chapas afectadas por el sarro. Este efecto se produce algunas veces; en lo demás la acción de estos cuerpos es muy variable según la naturaleza de las aguas de alimentación.

Los desincrustantes poseen tan pronto una acción química y forman productos solubles que quedan disueltos en el agua, en lugar de substancias insolubles que constituyen los depósitos; tan pronto su acción es mecánica; dan lugar a la formación de sedimentos en polvo, o lodos, fáciles de extraer con ocasión de vaciar la caldera, en lugar de cortezas duras y adherentes. La fécula de patata es el más simple de estos desincrustantes de acción mecánica.

Disolviendo en el agua de alimentación carbonato de sodio, se descompone el sulfato de calcio: se deposita carbonato de calcio, y el resto, en disolución, es sulfato de sodio, sal fuerte soluble.

Se preparan líquidos *anti-sarro*, que se agregan al agua de los ténder, disolviendo en el agua carbonato de sodio o simplemente soda, y extractos de palo campeche, castaño, y de quebracho⁽¹⁾. El carbonato de sodio actúa químicamente y descompone el sulfato de calcio, que forma las costras más duras sobre las chapas; los extractos de madera parecen impedir la adherencia de los precipitados que se forman. Se vierte en el ténder cada día una cantidad determinada de este líquido. La dosis puede ser aumentada o disminuida según el servicio de la locomotora.

La Compañía del Este, emplea como líquido antisarro, una disolución de aluminato de bario, que da, estando caliente, con el carbonato y sulfato de calcio, tres sales insolubles: aluminato de calcio, carbonato de bario y sulfato de bario. La precipitación tiene lugar en la caldera, y no produce sino depósitos de fango fáciles de extraer. La disolución, que marca 4° en el areómetro de Baumé, se vierte en el ténder, a razón aproximada de 10 g. de disolución por grado hidrotimétrico del agua, en cada metro cúbico de agua a gastar.

Conviene señalar que el aluminato de bario es un producto venenoso.

261. Depuración de las aguas. — Se disminuyen los depósitos en las calderas depurando previamente las aguas. Esta depuración consiste en precipitar, por medio de reacciones químicas, las materias sólidas disueltas en el agua; se separan a continuación las sales precipitadas haciendo pasar el agua a través de filtros o dejándola reposar en los aljibes de decantación. Se producen así los depósitos antes que el agua entre en las calderas. La depuración previa no llega en práctica a desembarazar enteramente el agua de toda substancia pudiendo formar depósitos, pero reduce mucho la proporción de estas substancias.

Ventajosa para las aguas muy incrustantes, la depuración es menos útil para las de calidad media; en cada caso puede estimarse, haciendo el resumen de todos los gastos, si hay o no beneficio en instalar los aparatos necesarios. Tales instalaciones son numerosas sobre la red del Ferrocarril del Norte.

(1) Un árbol de Argentina y Paraguay —N. del T.

262. Confección de las juntas. — Muchas partes de las locomotoras deben formar ensamblajes estancos, de modo que no dejen escapar el agua o el vapor a pesar de la fuerte presión. Las condiciones del ensamblaje difieren mucho para las piezas que no deben jamás separarse y para aquellas que es necesario desmontar para el mantenimiento y reparación corrientes.

Las chapas de las calderas, reunidas por roblones, es un ejemplo de la primera categoría de ensamblajes; cuando el remachado llega a perder, el remachado ciega las fugas. La operación del remachado, mal hecha, deteriora las chapas. Si una fuga se produce entre dos chapas, hay que hacerlas engastar una contra otra sobre la mayor superficie posible; es esto lo que se obtiene martillando el chaflán de la chapa con la pena del martillo de extremidad redonda. Al contrario, machacando con un martillo agudo en el ángulo mismo de las chapas se puede cegar momentáneamente la fuga, pero se tiende a separar las dos chapas y se abre en la chapa inferior un surco que es un principio de rotura. Lo propio sucede en el martillado alrededor de las cabezas de los roblones.

Para ciertas juntas que no se desmontan, se emplea la masilla de fundición, compuesto de virutas del torno o de limaduras de hierro (96 g), de azufre (2,15 g), y de sal amoniaco (1,5 g), bien mezclados y empapados de agua. Esta masilla se introduce entre las ranuras practicadas en las piezas a reunir; se endurece al cabo de algunas horas.

Entre las piezas que se desmontan frecuentemente, varios procedimientos dan juntas estancas.

Hay suficiente con apretar una contra otra dos superficies metálicas exactamente pulimentadas para que impidan toda fuga. Este contacto perfecto exige de ordinario el esmerilado de las dos superficies. El ajuste hermético de las válvulas de seguridad, apoyándose en su asiento, es un ejemplo. La unión cónica de los tubos con una tuerca es otro.

Los platos de los cilindros son ejecutados por ciertos constructores con una precisión casi tan grande, no obstante, se interpone generalmente entre las superficies de contacto una capa delgada de aceite con un poco de albayalde.

Desgraciadamente, la construcción de las locomotoras no está siempre así cuidada; además, los desmontados frecuentes deforman y alteran las superficies en contacto; hay entonces que interponer una materia plástica que tape los vacíos que aquéllas dejan. Si bien debe amoldarse entre las dos piezas, esta materia plástica no debe desplazarse al apretar los tornillos ni bajo la presión del vapor; conviene que no forme una capa muy espesa; para la mayor parte de las juntas en la locomotora, debe soportar sin alteración la temperatura del vapor (180° a 200°). Por último, la junta se debe poder deshacer sin gran esfuerzo.

Una de las materias que se han empleado más es la masilla de minio, formado de aceite de linaza, albayalde y minio. El minio es un óxido de plomo, es decir, una combinación química de plomo y de oxígeno; el albayalde es un carbonato básico de plomo. Esta masilla se correría fácilmente, por eso se le incorpora una pequeña cantidad de estopa de cáñamo picado; muchas veces se le mantiene en sitio arrollando un bramante en espiral sobre la cara de la junta en medio del minio. Un kilogramo de masilla contendrá por ejemplo, 300 g de albayalde, 650 g de minio y 50 g de aceite de linaza (el peso de la estopa es insignificante: es inferior a 1 g). La masilla se conserva en agua.

La ejecución de una junta al minio reclama un poco de tiempo y de destreza; conviene además dejarla secar algunas horas antes de poner la caldera en presión.

El cartón de amianto es muy cómodo para las juntas. El amianto es una substancia mineral que se encuentra, naturalmente, en fibras sedosas incombustibles. Se forma con este mineral una pasta de la que se fabrican hojas de un verdadero cartón espeso de 1 a 2 mm. Las hojas más espesas sirven para ensamblar superficies onduladas; el cartón delgado es preferible cuando las bridas están en buen uso.

Por razones de contaminación, hace unos años que se ha prohibido la fabricación y uso del amianto y de sus subproductos.

Se recortan sobre el cartón con ayuda de la tijera o del compás de hoja cortante, arandelas de la forma de las bridas a ensamblar.

Servicio

Si la arandela tiene toda la anchura de estas bridas, se perforan los agujeros de los tornillos de unión; pero una corona más estrecha llega a tocar el cuerpo de los tornillos y es suficiente para asegurar la junta, siendo ésta la forma que se emplea para las bridas de gran dimensión, a fin de no gastar mucho cartón. La junta puede ejecutarse por medio de varias bandas separadas, que se reúnen a medio espesor en las extremidades; tal es el caso de las juntas rectangulares para tapas de cajas de distribución. Se puede también curvar una banda rectilínea templando en el agua, de modo que forme una junta circular como la de un fondo de cilindro.

En todos los casos debe mojarse el cartón antes de su empleo, a fin de que no se rasgue al deshacer la junta; se pinta una de sus caras (o bien una de las bridas) con una capa de aceite de linaza mezclado en plumbagina que impida al cartón adherirse al metal.

Las juntas que no están sometidas al calor se pueden asegurar por una arandela de cuero o de caucho. El caucho resiste también la temperatura del vapor, pero contiene azufre que puede alterar la fundición.

Un metal un poco blando como el cobre, aplastado entre la junta puede asegurarla; conviene que el cobre, forme un cuadro continuo, de sección angular o circular, cuadro que se aloja en una ranura llevada por una de las fases a reunir. Si la construcción está cuidada, se obtienen así excelentes juntas, de un aspecto realmente mecánico. Todavía existen otras juntas hechas al cobre.

Las juntas de autoclaves sobre las calderas se aseguran por medio de un anillo de metal blanco, cuya sección es un círculo de 5 a 7 mm de diámetro. El metal es casi lo mismo que el de las guarniciones Duterne, con un poco menos de antimonio; es éste bastante blando para que los anillos adquieran exactamente la forma almohadillada del autoclave. Estas piezas de juntas muy cómodas, pueden servir muchas veces; se las excluye cuando están ya muy aplastadas.

Una junta mal hecha puede costar cara, impidiendo a una locomotora el tomar su servicio, que después de un lavado, un autoclave bajo la caldera llega a perder al poner la máquina en presión, hay que tirar el fuego, vaciar la caldera, rehacer la junta, rellenar la caldera y re-encender el fuego; las horas se marchan durante este trabajo y la máquina ha de ser reemplazada por otra. Lo mismo ocurre cuando un tapón roscado se ha encajado torcidamente en las roscas. Estos tapones deben engrasarse antes de montarlos; no se debe apretarlos fuerte al atornillarlos.

Las materias que aseguran una junta pueden adherirse a las superficies metálicas y hacer su desmontaje difícil. Ciertos platos de cilindros llevan tornillos llamados *rompe-juntas*, que se apoyan contra la brida, no perforada en este punto, y que basta girar para levantar la tapa. En defecto de estos tornillos nos servimos de un cincel introducido entre el plato y la brida, pero se corre peligro entonces de dañar las superficies.

263. Encendido. — Antes de encender el fuego en una locomotora, es esencial asegurarse que la caldera está convenientemente llena: la presencia del agua en el cristal no es una garantía suficiente. Sin esta precaución, el hogar y la tubería pueden sufrir deterioro.

El encendido se hace de diversas maneras: a veces sirve uno o dos haces de leña, que inflaman una capa de briquetas o de hulla en gruesos pedazos; se guarnece enseguida el fuego con el combustible corrientemente empleado que se carga progresivamente. Algunas veces se emplea a este efecto el vapor tomado a una máquina que ya está en presión empalmado un tubo móvil en el soplador. Si la propia máquina empieza a tener presión servirá mejor el suyo.

Las provisiones de haces de leña en los depósitos, son engorrosas, hay peligro de incendio y se deterioran fácilmente. Por esto se prefiere muchas veces, para los encendidos, materias menos voluminosas llamadas prendefuegos; estos son compuestos muy inflamables y queman largo tiempo.

En fin, algunas paladas de combustible bien encendido permiten, tomándolo de otra máquina, el encender ésta.

La duración de la puesta en presión varía de 3 a 5 horas, a menos que se la impulse muy activamente.

264. Nivelación sobre la báscula. — El § 115 indica la manera de hacer los cálculos útiles para arreglar bien una máquina sobre la báscula: el reparto que se debe buscar a realizar está indicado para cada tipo de máquina, sobre los cuadros del material. Las cajas de las máquinas que salen de reparación tienen alguna restricción entre las guías, lo cual impide a la suspensión el jugar libremente y vicia el resultado de las pesadas: no hay que atenerse al primer arreglo, y hay que remitir la máquina sobre la báscula en cuanto ha hecho algunos viajes, y rectificar la repartición si ha lugar.

No es suficiente que la carga esté bien repartida entre ejes, hace falta todavía esté la máquina a nivel y a altura conveniente: apretando o aflojando igualmente todas las tuercas de los tensores de suspensión, se alargan o acortan de una misma longitud todos estos tensores y bajamos o levantamos la máquina sin modificar la repartición. Si no tuviéramos que prevenir el desgaste, la mejor posición sería alcanzada cuando el centro de los cilindros encontrase el centro del eje motor, estando la locomotora situada en una vía a nivel; pero, por causa del desgaste de los cojinetes y de los cuellos del eje; la máquina baja un poco sobre las cajas, y el eje de los cilindros desciende por debajo del de el eje: vale más, y va mejor, con ocasión del reglamento primitivo, situar el centro del eje a algunos milímetros por debajo de los centros de los cilindros. Este trabajo es fácil si se tiene la precaución de marcar, sobre la cara exterior del larguero, cerca de la caja motora, el trazo, del plano que contiene los centros de los cilindros.

Si la máquina está bien establecida y en buen estado, debe quedar entonces por encima de las cajas, hasta el larguero, y por debajo hasta la ataguía de las placas de guardia suficiente espacio para permitir las mayores oscilaciones de los muelles, sea 85 a 40 mm de cada lado. Si no se puede situar convenientemente el eje por relación al centro de los cilindros sin disminuir mucho el espacio libre encima o debajo de la caja, se tendrá cuidado de no reducir este espacio a menos de 15 a 20 mm. Los balancines, cuando son en número suficiente, aseguran un reparto invariable de los pesos sobre cada caja en cuanto estén bien libres de jugar. El arreglo no puede modificar este reparto: consiste este en situar la máquina a altura conveniente y todas las piezas de la suspensión en posición normal. Los balancines longitudinales no aseguran el reparto invariable sino cuando las dos cajas de cada eje están igualmente cargadas.

265. Reparación de las ruedas y el mecanismo. — Las llantas se gastan de dos maneras: la superficie de rodadura se excava y la pestaña se adelgaza. Este desgaste de la pestaña es rápida para las ruedas extremas de las locomotoras circulando sobre líneas sinuosas. Cuando la llanta está muy acanalada o la pestaña muy delgada, se procede al levante de la máquina para retirar el juego de ruedas. En los depósitos que disponen de un torno de ruedas, los aros pueden repasarse inmediatamente.

La expedición a los talleres lejanos para este trabajo, o para el reemplazo de las llantas, significa plazos muy largos; entonces se sustituye con frecuencia un juego completo de ruedas por otro: pero el ajuste de los cojinetes y de los collares de excéntricos sobre las nuevas ruedas exige un trabajo suplementario, puesto que los diámetros de las manivelas y de los cuellos pueden diferir del de las antiguas ruedas.

Se aprovecha el levante para recobrar el juego de los cojinetes; para rellenarlos o reemplazarlos si están muy gastados; se visitan y reparan las válvulas, los espejos de las lumbreras y los aros de los pistones.

Los ojales que reciben los centros de articulación de los mecanismos de distribución se agrandan por el uso; cuando las piezas son bastante gruesas, se las puede pulir e introducirles forzosamente un buje o camisa de acero o de bronce duro. Es asimismo preferible el colocar estos bujes al construir la máquina; la reparación es entonces mucho más sencilla, puesto que basta con retirar el buje usado y colocar otro.

La reparación de las correderas ha sido indicada en el § 79.

Estos trabajos, hechos con cuidado en los depósitos a cada levante mantienen constantemente en buen estado las locomotoras, que pueden quedar en servicio durante buen número de años sin ser enviadas a los grandes talleres, en donde no entrarán sino en caso de reparaciones importantes de las calderas.

Cuando se trabaja en los órganos de un freno de aire comprimido, hay que tener cuidado de vaciar previamente la cañería general, el reservorio y el cilindro de freno, por cuanto el aire comprimido puede ocasionar una intempestiva y peligrosa descarga.

266. Reparación de las calderas. — Las calderas de locomotoras exigen reparaciones muy frecuentes. En los depósitos hay con frecuencia que mandricular tubos, poner casquillos, reemplazar tubos. La extracción de muchos tubos es a veces necesaria para la visita y reparación de ciertas partes de la caldera. Los virotillos deben reemplazarse sin retraso.

Los hogares se gastan de varias maneras. Una corrosión exterior adelgaza progresivamente las chapas en contacto con el combustible. La temperatura muy elevada de las chapas, debida a la presencia de incrustaciones en la cara interna, causa exfoliaciones entre los virotillos. Por último se producen agrietamientos en los ángulos, en los agujeros de los virotillos, alrededor de la puerta, y sobre todo entre los orificios de la placa tubular.

Las chapas de las calderas están expuestas a corrosiones interiores a veces rápidas. Tal es así, que la parte inferior de las virolas del cuerpo cilíndrico se pica y carcome (figura 899). Las corrosiones son aisladas, o bien se reúnen formando superficies largas en donde progresivamente va disminuyendo el espesor de la chapa. Estas alteraciones se producen también en la parte superior de las virolas hacia la superficie del agua.

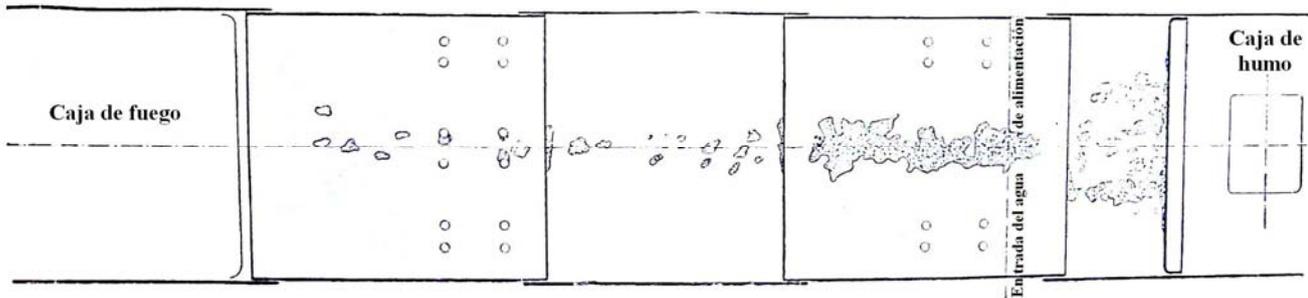


Figura 899 – Corrosiones internas en la parte inferior de una caldera de locomotora. Vista en planta

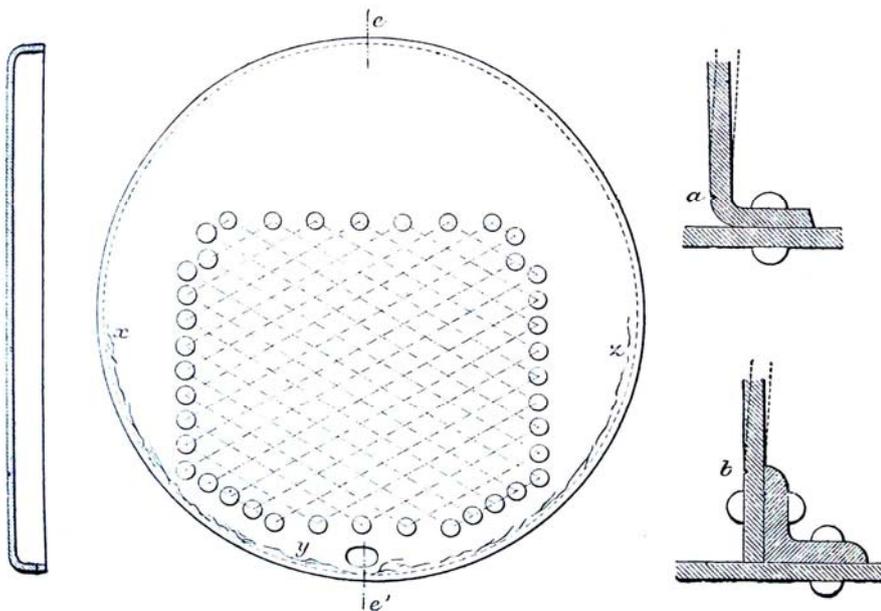


Figura 900 – Corrosión de una placa tubular de caja de humo de locomotora. El borde embutido de la placa, en contacto con el agua, se corroe en *a*, siguiendo la semicircunferencia inferior *x z*. Las placas fijas por cantonera se corroen en *b*.

En los embutidos de las chapas se forman surcos sobre las partes en contacto con el agua, que acabarían por rajarse completamente el metal. Esta alteración es muy frecuente sobre las placas tubulares de caja de humos (fig. 900). Se prolonga la duración de una placa así corroída poniendo, en el ángulo exterior una pieza en forma de cantonera. La alteración se produce igualmente alrededor de una chapa plana no embutida roblonada sobre una cantonera, disposición existente sobre algunas locomotoras.

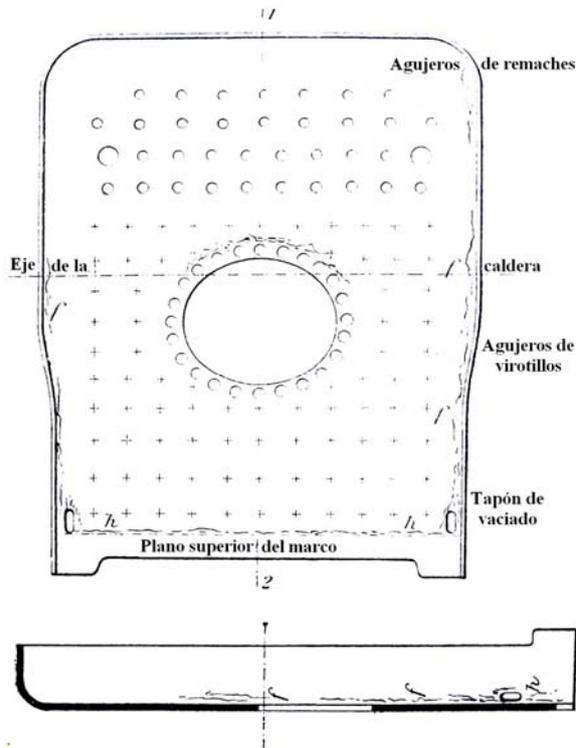


Figura 901 – Corrosión de una placa trasera de caja de fuego de una locomotora. Elevación y corte 1-2. Las grietas o surcos se abren en *ff*, en los ángulos embutidos, así como a ras del marco, en *h*.

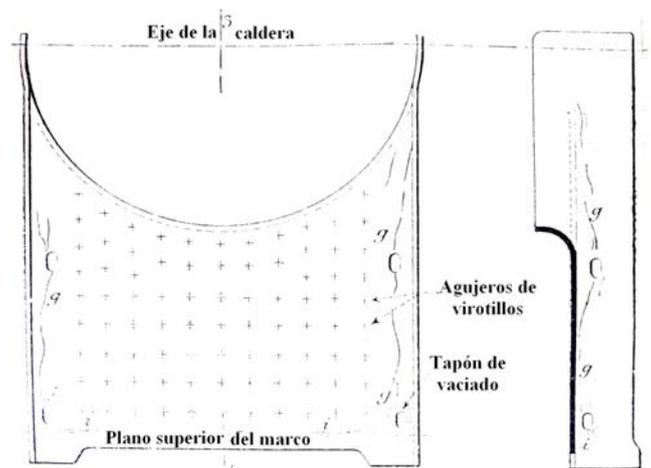


Figura 902 – Corrosión de una placa delantal de la caja de fuego de locomotora. Elevación y corte 3-4. Grietas en los ángulos embutidos en *g* y a ras del marco en *i*.

Los surcos se abren también en el embutido cóncavo de las placas adelante y atrás de la caja de fuego (fig. 901 y 902), o entre los agujeros de la primera fila vertical de virotillos; aquí son más peligrosos que en la placa tubular de la caja de humos, mejor mantenida por el borde roblonado hacia el exterior.

También se producen las grietas en los bajos del hogar a lo largo del cuadro y en derredor de la puerta.

Estas alteraciones de los palastros acaban por ser graves, exigiendo la oportuna intervención del Depósito que ha de repararlas a tiempo.

267. Prueba de las calderas. — Se verifica la resistencia de las calderas nuevas, reparadas, o en servicio luego de diez años como máximo, ensayándolas a una presión que excede en 6 kg/cm^2 la presión efectiva mayor de marcha. Esta presión no se obtiene con el vapor, lo que sería peligroso en caso de avería, sino con el agua comprimida por una bomba.

La presión está indicada por un manómetro patrón (tipo). El exceso de presión, 6 kg/cm^2 , es útil, ya que, a presión igual, la fatiga de la caldera es menor en frío. Caliente, la caldera se alarga o dilata: los efectos de la dilatación son bien visibles sobre una locomotora en servicio. Pero todas las hojas de metal no son igualmente calentadas: las dilataciones desiguales causan en ciertos puntos tirones y esfuerzos que se conjuntan a la presión del vapor. La ruptura de las chapas durante el ensayo no es peligrosa, a condición de que la caldera se llene enteramente de agua y no contenga nada de aire.

Después de la prueba, los agentes de la inspección facultativa marcan al punzón una placa metálica, que se fija en el frente de la caldera, tomando el nombre de *timbre*, en la que consta la indicación en kg/cm^2 de la presión efectiva mayor que puede soportar.

Cuando la presión del timbre es inferior a 6 kg/cm^2 , lo que no hace al caso para las locomotoras, la presión efectiva de prueba es del doble de la presión efectiva de trabajo; la sobrecarga de ensayo es por lo menos de $0,5 \text{ kg/cm}^2$ para los recipientes trabajando a una débil presión efectiva.

268. Locomotoras sin servicio. — Cuando una locomotora permanece largo tiempo en el parque, está expuesta al ataque de los óxidos y el moho, que altera el mecanismo y corroe las chapas en su interior. Si queda un poco de agua en la caldera, la corrosión de las chapas puede ser profunda en poco tiempo. Las picaduras de la parte inferior de las virolas grandes de los cuerpos cilíndricos son debidas casi siempre a la acción del aire y del agua durante estos periodos.

Servicio

Para evitar la alteración de las chapas, conviene, o tener la caldera llena de agua, o vaciarla con cuidado, completamente, secándola bien después. A veces, se llenan las calderas de estas locomotoras sin uso con agua de cal, que no corroe el hierro: no obstante, se vacían cuando el frío hace temer que esta agua se hiele: la formación de hielo va acompañada de una dilatación notable, capaz de deformar y romper los recipientes más sólidos.

Cuando las locomotoras sin uso están vacías, después de vaciadas y con ocasión de un lavado para extraer todo el sarro, será bueno secar las calderas por medio de un fuego pequeño que se hará en el centro de la parrilla, sin tocar las paredes: la tapa de la cúpula o domo y otras aberturas de la caldera deben desmontarse. Se montan de nuevo cuando la caldera está ya seca.

También se puede introducir en la caldera una pequeña estufa encendida, para absorber el oxígeno del aire.

Para conservar el mecanismo, debe tenérsele siempre untado de grasa; en los largos períodos sin servicio, se le recubre con una mezcla protectora formada de grasa y albayalde.

Hay que vaciar con intención todas las tuberías de la máquina que, llenas de agua se deteriorarían con las heladas.

Las cajas de los tender deben estar igualmente secas; es también muy bueno pintar su interior con brea. La parte que recibe el combustible debe limpiarse escrupulosamente.

269. Reglaje de una distribución. — Cuando se monta una locomotora, los excéntricos se acuñan según el ángulo dado en el esquema; las barras de excéntrico tienen la longitud fijada por el dibujo; pero se deja con frecuencia a los montadores el cuidado de arreglar a longitud conveniente el vástago de la válvula, por que la posición del cilindro puede no ser rigurosamente la que ha sido prevista. Es a veces este vástago roscado, y provisto de tuercas de regulación, que permiten variar la longitud. Si la máquina ha salido bien arreglada del taller, no hay nada que tocar: las tuercas pueden servir para desarreglar la máquina: vale más suprimirlas.

Los depósitos tienen que arreglar a veces una distribución. Para esta operación, se pone el cambio de marcha en la posición que corresponda a una admisión media para la marcha adelante (por ejemplo 40 %); después se va llevando sucesivamente la manivela motora a sus dos puntos muertos, estando desmontada la tapa de la válvula y se toma el avance lineal dado por la válvula en los *dos extremos*, midiendo la distancia entre los bordes exteriores de válvula y lumbrera. Si el vástago es muy largo, se encuentra un gran avance lineal del lado de la manivela y del otro lado un avance pequeño o tal vez ninguno: el vapor entraría en su casi totalidad en un lado del cilindro, y en el otro casi nada.

Si el vástago es corto, los avances son todavía desiguales, pero en sentido inverso. Conviene que estos avances lineales sean iguales entre sí o no difieran de mucho: así lo más sencillo es, el arreglar la distribución con **avances lineales iguales**, modificando convenientemente la longitud del vástago. El arreglo se hace en frío, luego el calor alarga o dilata los metales. El vástago de la válvula se alarga pues, un poco, cuando funciona la máquina. Pero, en la locomotora, estos vástagos son demasiado cortos para que este efecto sea notable.

270. Conclusión. — El prodigioso trabajo llevado a cabo para construir los ferrocarriles y su material, sin citar el que han exigido los otros modos de transporte, ha sido enteramente realizado en unos sesenta años. Apenas se comprende cómo, en tan escaso período, se ha podido llenar una obra tan considerable, como tantos hombres han podido ser cambiados de sus oficios anteriores, primero para construir, después para explotar las vías férreas. Es porque la producción de cada una de las cosas útiles o agradables es mucho más fácil en ciertas regiones que en otras; cada región tiene interés en desenvolver las ramas de la agricultura y de la industria en las que ellas prosperan; pero necesita entonces procurarse, por el intercambio, todos los productos que no obtiene por sí, directamente; esto es lo que da tanta importancia a las vías de comunicación y hace tan fecunda la industria de los transportes que, puede parecer a primera vista, no producir nada.

Modesto o grande sea el papel de las vías de comunicación, se ve que en la actualidad hay mucha gente que lo ignora u olvida; osa quejarse de que hacen bajar mucho el precio de ciertas mercaderías, y aun los artículos de primera necesidad, y estas declamaciones hallan eco en la masa de la nación, que no piensa que es siempre la víctima de las restricciones aportadas al comercio.

Los caminos de hierro han hecho desaparecer, al menos en ciertas comarcas, las carestías y penurias causadas por las malas cosechas. La insuficiencia de la producción agrícola de una región es todavía y será siempre un gran mal para sus habitantes, privados del justo producto de su trabajo; pero antes de que los transportes fuesen fáciles este mal era espantoso: ya no es esto más una cuestión de prosperidad o de pobreza, de abundancia o de privaciones; es una cuestión de vida o muerte para una parte de los habitantes que se hallarían como en una isla solitaria y desierta, con víveres en cantidad insuficiente y no pudiendo procurarse otros. Sin remontarnos mucho en la Historia, durante el año 1811, se vendió el pan en Francia, ¡a 70 céntimos el medio kilogramo!

Antes de que los ferrocarriles hiciesen los transportes fáciles, el trigo faltaba a menudo en una provincia, mientras era abundante en otra. Tanto es así que en 1801, el trigo costaba 11 francos el hectolitro en el departamento del Mar-ly y 46 francos en los Alpes-Marítimos; en 1817, 36 francos en las Côtes-du-Nord y 81 francos en el Haut-Rhin.

Gracias a la facilidad de los transportes se han hecho raras las desastrosas hambres, sin desaparecer todavía por doquier. Recientemente se han sentido sus terribles efectos en la India y también en la colonia más próxima de Francia, en Argelia.

La obra bienhechora de los ferrocarriles no está aún terminada; bastantes regiones tienen todavía por desarrollar su agricultura, las industrias varias, que mejoren la situación de los habitantes, les creen recursos y hagan nacer en su hogar el sentimiento de la previsión y el gusto al ahorro.

Los ferrocarriles y los otros modos de transporte no son enteramente suficientes para asegurar la abundancia y la prosperidad de un país; son, es claro, instrumentos indispensables; pero de los cuales hace falta saberse servir: ellos no hacen el comercio, pero permiten a los comerciantes transportar fácilmente a las regiones donde hay escasez o defecto, productos superabundantes en otras; estos cambios, así como la diseminación de los productos de la industria, son debidos a los esfuerzos de estos intermediarios, que se menosprecian a veces como a parásitos, y sin los cuales, los grandes medios de producción y de transporte no servirían de nada. Con frecuencia, leyes malas, ponen trabas o paralizan la acción de los ferrocarriles; así como los derechos de aduanas excesivos, impiden o restringen los cambios.

Para transportar las personas, los ferrocarriles han hecho una verdadera revolución todavía más resonante que para el transporte de las cosas. Antes de los ferrocarriles, los viajes eran muy difíciles y largos; exigían gastos importantísimos. Actualmente, millones de viajeros aprovechan cada año de nuevas vías de comunicación, sea en la vecindad de las villas, sea en el interior de cada comarca, sea para pasar de una a otra. Ciertos viajes tienen por objeto el comercio y la industria; los ferrocarriles transportan obreros a los puntos en que son solicitados para trabajos temporarios; los negociantes se ponen en relaciones fáciles con los productores y con los compradores. Los ferrocarriles permiten al trabajador de los pueblos encontrar en las cercanías domicilio más grande, más sano y más barato, remediando así los inconvenientes de las vastas aglomeraciones humanas.

La facilidad de los desplazamientos permite a los miembros separados de una misma familia el verse de tiempo en tiempo: en fin, bastantes viajes tienen por objeto la instrucción, el reposo, la distracción⁽¹⁾.

Desgraciadamente, no aprovecha a todos los hombres, como pudiera ser, como debiera las facilidades que ofrecen los viajes para elevar el espíritu, para instruirse aun mas: muy frecuentemente, no tienen más que un objeto fútil y sin ninguna utilidad.

(1) Forma parte del formulario de la Terapéutica moderna, y de la Ciencia pedagógica.

Servicio

Y no obstante se tiene el derecho de ser más severos que otras veces por los errores y las faltas de los hombres, que debieran aprovechar las lecciones de la ciencia y de la experiencia de los tiempos pasados, y que tienen a su disposición miles de recursos, en aquellos tiempos desconocidos.

Para la obra inmensa de los ferrocarriles, (transportes) como para toda empresa humana, el concurso de numerosos trabajadores es preciso, y el papel de cada uno es esencial. Cargando el hogar, conduciendo su locomotora, el foguista y el maquinista se sienten fuertes de cooperar a una de las obras materiales más importantes de los tiempos modernos. Si casi siempre el trabajo es penoso, si juzgan su suerte rigurosa, que se comparen con los trabajadores de los siglos pasados: actualmente son ellos realmente libres; no se les impide mejorar su situación, de educar a sus hijos hacia un sitio más envidiado en la vida, envidiado, es cierto, por equivocación.

El obrero no debe olvidar jamás que actualmente es un hombre libre y un ciudadano, por cuanto exaltada esta condición, le impone deberes imperiosos. Si las ideas de justicia han hecho algunos progresos en el mundo, están todavía lejos de ser por todas partes dueñas y soberanas, y sus enemigos son numerosos: se las mina por medio de razonamientos especiosos, y ni tampoco temen atacarlas de frente. Entre las injusticias, cuyo recuerdo es el menos popular, son los privilegios dados a algunas clases de la sociedad; y sin embargo ¿no vemos todos los días reclamar nuevos privilegios para nuevas categorías de ciudadanos?

Estas notas no son extrañas a la materia tratada en este libro, como puede creer el que lea superficialmente: los **maquinistas** y los **foguistas** de las **locomotoras** no son mecanismos auxiliares, encargados de poner en marcha los aparatos de hierro y de acero; no son ellos como los **servomotores** que vemos sobre las grandes máquinas para maniobrar órganos pesados. **Jamás** deben considerarse como a tales; no habrán cumplido con su misión, cuando hayan llenado con cuidado y habilidad su cometido, los deberes profesionales; les restan los otros, no pueden entorpecer los primeros, son estos los del ciudadano; deberes difíciles, porque para distinguirlos claramente, en medio de tantos errores como se han propagado extensamente, hace falta buen sentido y reflexión, y para practicarlos, una firme voluntad es un complemento.

Dirigiéndonos a hombres habituados al trabajo, imbuidos del sentimiento del deber, no debe perderse ninguna ocasión de llamar su atención sobre esta grave materia; todo se encadena en la vida humana, y cuanto más se aplica la inteligencia a comprender las cosas de su oficio, mas aquella se hace apta para penetrar también en las cuestiones de interés general.

ÍNDICE DE MATERIAS

Ítem		Página
	<u>CAPÍTULO I – INTRODUCCIÓN – HISTORIA - GENERALIDADES</u>	
1	Introducción	3
	<i>HISTORIA</i>	
2	Antecedentes del uso de carriles	5
3	Los precursores y sus máquinas de vapor	5
4	Aplicación de la máquina de vapor a vehículos	13
5	Primeras locomotoras	33
6	Otras locomotoras primitivas	37
	<i>GENERALIDADES</i>	
7	Idea general de la locomotora	60
8	Locomotoras articuladas	65
9	Listado de trochas mundialmente utilizadas, ordenadas de mayor a menor	101
	<u>CAPÍTULO II – CALDERA</u>	
10	Antecedentes históricos de la caldera	119
11	Disposiciones esenciales de la caldera	119
12	Calderas de tubos de agua	121
13	El hogar	122
14	Puerta del hogar	136
15	Parrilla	137
16	Bóvedas de ladrillos	139
17	Cenicero	142
18	Caja de fuego	144
19	Cuerpo cilíndrico	145
20	Cúpula o domo	147
21	Tubos	149
22	Caja de humo	153
23	Chimenea	156
24	Escape	158
25	Soplador	177
26	Recalentador	178
27	Sujeción de la caldera al bastidor	183
28	Superficie de calefacción	183
29	Manómetros	185
30	Válvulas de seguridad	188
31	Envolvente de la caldera	193
32	Indicadores de nivel de agua	194
33	Accesorios de la caldera	197
34	Alimentación	202
35	Tubería de alimentación	202
36	Inyectores	203
37	Calentadores de agua de alimentación	210
38	Combustibles	221
39	Hullas	222
40	Cenizas	223
41	Coque	223
42	Briquetas	223
43	Mezcla de combustibles	224
44	Combustión en los hogares de las locomotoras	224
45	Rendimiento de la caldera	227
46	Carga mecánica de combustible	230

Servicio

47	Empujadores de carbón	235
48	Carbón pulverizado	236
49	Combustibles líquidos	236
50	Deshollinado de los tubos	241
<u>CAPÍTULO III - MOTOR</u>		
51	Adherencia	247
52	Acoplamiento	247
53	Areneros	248
54	Lavado de los carriles	251
55	Acción motriz del vapor	251
56	Transmisión del movimiento del émbolo	252
57	Esfuerzo de tracción de la locomotora	254
58	Regulador	256
59	Cilindros	264
60	Émbolos	265
61	Lubricación de distribuidores y cilindros	270
62	Guarniciones de los vástagos	283
63	Crucetas o capacetes y guías	286
64	Bielas motrices	289
65	Bielas de acoplamiento	294
66	Bielas tándem	298
67	Contrapesos de las ruedas de locomotoras	299
68	Equilibrio de las piezas con movimientos alternativos	301
69	Perturbaciones debidas a la inclinación de los cilindros y a la presión sobre las guías	303
70	Engrase de los mecanismos	303
71	Corredera plana	307
72	Máquina de vapor ordinaria – Definiciones	307
73	Máquina de vapor de plena presión	307
74	Máquina de vapor con expansión	309
75	Laminado del vapor	314
76	Indicador y diagramas	317
77	Accionamiento de la corredera	321
78	Marcha atrás	325
79	Distribución de Stephenson	326
80	Maniobra del árbol de comando	332
81	Comando de la corredera por vástago oblicuo o por balancín	337
82	Distribución de Gooch	339
83	Distribución de Allan	340
84	Distribución de Walshaerts	341
85	Distribuciones sin excéntrica	342
86	Corredera de canal	342
87	Fricción de las correderas	343
88	Correderas cilíndricas	344
89	Distribuciones para tres cilindros	351
90	Distribuciones por válvula	353
91	Descripción somera	359
92	Variación del grado de admisión	361
93	Marcha en el punto muerto de la distribución	365
94	Acción del regulador y del cambio de marcha	365
95	Puesta en marcha	374
96	Marcha a regulador cerrado	376
97	Locomotoras a vapor compound	381

98	Locomotoras compound	383
99	Locomotoras compound de dos cilindros	384
100	Locomotoras compound de tres cilindros	387
101	Locomotoras compound de cuatro cilindros	390
102	Locomotoras Woolf de cuatro cilindros	401
103	Locomotoras compound de cuatro cilindros sistema Vauclain	401
104	Locomotoras compound de más de cuatro cilindros	402
105	Locomotoras a vapor recalentado	402
106	Locomotoras de cuatro y tres cilindros de simple expansión	504
<u>CAPÍTULO IV - VEHÍCULO</u>		
107	Bastidor de las locomotoras	409
108	Bastidor monoblock	412
109	Unión del bastidor y la caldera	413
110	Suspensión	414
111	Resortes – Preliminares	415
112	Material de los resortes	419
113	Papel que desempeñan los resortes	420
114	Distribución del peso suspendido	420
115	Balancines	423
116	Suspensión de tres puntos	427
117	Ruedas y llantas	429
118	Ejes	437
119	Ejes sustentadores o portantes	437
120	Ejes motores	437
121	Ejes Poliblock	441
122	Cajas	445
123	Cojinetes	448
124	Metales antifricción para los cojinetes de las cajas de grasa	451
125	Contracajas	452
126	Tampón de engrase	452
127	Suplementos de rozamiento	452
128	Guías o placas de guarda	453
129	Cuñas de regulación de juego	460
130	Quita piedras	465
131	Disposiciones para facilitar la circulación en curvas	465
132	Sobrancho de la vía	466
133	Reducción de la base rígida	466
134	Adelgazamiento de las pestañas	467
135	Supresión de las pestañas	467
136	Juego transversal de los ejes	468
137	Bogies	470
138	Trenes articulados de un único eje	481
139	Cajas radiales	488
140	Bogie motoportante	489
141	Ventajas de los bogies	493
142	Consideraciones teóricas sobre los mecanismos antagonistas	494
143	Antagonismo por resortes	494
144	Antagonismo por gravedad	495
145	Disposición de bielas paralelas	495
146	Disposición de bielas inclinadas	496
147	Disposición de bielas triangulares	497
148	Juego de antagonismo constante de Woodard	498

Servicio

149	Resumen	499
150	Conclusiones prácticas	499
151	Booster	499
152	Engrase de la pestaña de las ruedas y de la cabeza de los carriles en las curvas	500
153	Engrase de las pestañas de las ruedas	510
154	Engrasadores de la cara vertical interior de la cabeza del carril	502
155	Articulación de dos grupos de ejes	503
156	Accesorios	503
157	Silbato	503
158	Pasarelas y guardarruedas	503
159	Marquesina o cabina	503

CAPÍTULO V – TIPOS DIVERSOS DE LOCOMOTORAS

160	Valoración de los diferentes tipos	509
161	Locomotoras de ejes independientes	510
162	Locomotoras de dos ejes acoplados	511
163	Locomotoras de tres ejes acoplados	515
164	Locomotoras de cuatro ejes acoplados	518
165	Locomotoras de cinco ejes acoplados	521
166	Locomotoras de más de cinco ejes acoplados	524
167	Locomotoras ténder	526
168	Locomotoras para vía estrecha	527
169	Locomotoras de cremallera	528

CAPÍTULO VI – TÉNDER – LOCOMOTORA-TÉNDER

170	Notas generales	531
171	Dimensiones	531
172	Diversos tipos	533
173	Enganche del ténder a la locomotora	540
174	Enganche del ténder al tren	545
175	Calentamiento del agua del ténder	552
176	Condensación del vapor de escape	552
177	Toma de agua en marcha	553
178	Locomotora-ténder	555
179	Tipos de locomotoras-ténder	555
180	Los tranvías a vapor	559

CAPÍTULO VII - FRENOS

181	Antecedentes sobre frenos de las locomotoras a vapor	565
182	Cilindro de freno de vapor	566
183	Freno a contravapor	566
184	Sistemas de frenos continuos	568
185	Frenos de vacío	568
186	Cilindros de freno de vacío	571
187	Cilindro de freno de vacío a diafragma	575
188	Vacuómetro	575
189	Válvulas de acción rápida para el freno de vacío automático	576
190	Aparato eyector de freno de vacío	578
191	Aparato eyector Gresham de conos concéntricos	578
192	Válvula automática de furgón	582
193	Aparato eyector Clayton tipo “C”	583
194	Aparato eyector Gresham Dreadnought	586
195	Freno de vapor sobre locomotora y ténder, combinado con el freno de vacío	592
196	Aparato eyector Gresham Super Dreadnought	596
197	Válvula de graduación automática del freno de vapor combinada con el eyector	600

198	Aparato eyector Davies & Metcalfe	602
199	Eyector de freno de vacío "Westinghouse" de regulación automática	611
200	Válvula reductora automática de presión de vapor "Foster"	616
201	Frenos de aire comprimido	617
202	Frenos directos	617
203	Cilindros de freno de aire directo	618
204	Compresores	619
205	Regulador del compresor	621
206	Frenos de aire comprimido automáticos	622
207	Válvula triple	622
208	Válvula triple de acción rápida	625
209	Válvula de alimentación B-6	628
210	Llave de maniobra del maquinista	631
211	Freno doble	632
212	Equipo de freno E.T. N° 6	635
213	Compresor de aire	636
214	Regulador de vapor del compresor	637
215	Depósitos principales	637
216	Válvula distribuidora N° 6	638
217	Válvula de seguridad E-6	640
218	Válvula de descarga de la cañería general	641
219	Llave automática del maquinista H-6	642
220	Llave independiente del maquinista S-6	644
221	Válvula de reducción C-6	645
222	Válvula de alimentación B-6	646
223	Cilindros de freno	646
224	Colector de Polvo de Acción Centrífuga	646
225	Manómetros	647
226	Accesorios para locomotora muerta	647
227	Accesorios para los tubos	648
228	Sistema de señales de aire	649
229	Partes del sistema	649
230	Colocación y Funcionamiento de las Partes	649
231	Funcionamiento del equipo	651
232	Funcionamiento automático del sistema	653
233	Funcionamiento del freno independiente	668
234	Tubería	676
235	Lubricación	676
236	Fallas del Compresor – Causas y Remedios	678
237	Conservación del compresor	679
238	Tubos rotos	681
239	Pruebas del compresor en el taller de reparación y en el camino	684
240	Prueba de la parte de vapor	685
241	Pruebas del freno antes de salir del depósito	686
242	Freno americano de las ruedas motrices	687
<u>CAPÍTULO VIII - CONDUCCIÓN</u>		
243	Reflexiones sobre el arte del Maquinista	691
244	Organización del servicio de las locomotoras	692
245	Inspección de la locomotora antes de la salida	694
246	Arranques	695
247	Marcha de la Locomotora	696
248	Observancia de las señales	698

Servicio

249	Precauciones a tomar en las detenciones	699
250	Doble tracción	700
251	Recalentamientos	700
252	Averías en la caldera	701
253	Explosiones	701
254	Averías en las ruedas y la suspensión	702
255	Averías en los mecanismos	702
<u>CAPÍTULO IX - SERVICIO</u>		
256	Estacionamiento en depósito	707
257	Limpieza	707
258	Depósitos en las calderas	708
259	Lavado de las calderas	709
260	Desincrustantes	710
261	Depuración de las aguas	710
262	Confección de las juntas	711
263	Encendido	712
264	Nivelación sobre la báscula	713
265	Reparación de las ruedas y el mecanismo	713
266	Reparación de las calderas	714
267	Prueba de las calderas	715
268	Locomotoras sin servicio	715
269	Reglaje de una distribución	716
270	Conclusión	716