

autoridad como Lapparent, no hace muchos años perdido para la ciencia.

Pero agregaba yo que tampoco se justificaba el supuesto efecto por las consecuencias de la teoría, y el Sr. Cosculluela pretende demostrar lo contrario, fundándose en la conclusión ya citada de Claudot, suponiendo que esa disminución de temperatura tenga lugar, no sólo dentro del bosque, sino también por encima de él y hasta bastante altura, hecho que dice ha sido comprobado experimentalmente por las ascensiones en globo. Yo, que aun no me he elevado sobre la tierra, sólo conozco de ese fenómeno la referencia que de él se hace en una carta del comandante Renard á M. Henry, cuyo extracto puede verse en la *Economie forestiere* de Huffel (1), y se hace allí la afirmación en términos tan vagos, que no comprendo cómo se ha querido sacar de ahí un argumento que, sin embargo, he visto repetido con una profusión verdaderamente abrumadora por los propagandistas forestales. Se confiesa allí que el tal efecto térmico *jamás ha sido medido por el termómetro*; pero no se duda de él porque produce, según dice, un marcado descenso del globo, que sólo puede detenerse arrojando lastre, si bien no se explica tampoco cómo esa menor temperatura del aire sobre el bosque, que parece que debía corresponder á una mayor densidad de dicho aire, origina, sin embargo, precisamente un descenso del globo.

Pero aceptemos hasta lo inverosímil; admitamos que el aire situado á 1.500 metros por encima del monte esté más frío que el aire circunvecino, aunque experiencias precisas citadas por Huffel en el mismo capítulo de su obra, demuestran de modo irrefutable que todo efecto desaparece por encima de las copas. ¿Qué se podría deducir de ahí? Según el Sr. Cosculluela, que cuando corrientes de aire saturadas de humedad atraviesen ese espacio debe haber precipitación; pero el Sr. Cosculluela no ha pensado seguramente despacio lo que ha dicho; cualquier estudiante de Física sabe, y un tan ilustrado Ingeniero como el señor Cosculluela no puede ignorar, que el espacio no es frío ni caliente, y que la temperatura es sólo un estado especial de los cuerpos que en él se encuentran, estado que no se adquiere ni se modifica instantáneamente y que si, por consiguiente, la corriente aérea se produjera por encima del bosque, se limitaría sencillamente á barrer el aire que hubiera sufrido la acción de aquél, sin modificar sensiblemente la temperatura que trajera, si la velocidad era apreciable, y sin poder dar lugar á condensaciones medibles, si la velocidad fuera tan pequeña que el contacto con el bosque del aire en movimiento llegara á ser suficientemente duradero.

Y vengamos ya al caso del Durance, en el que el Sr. Cosculluela cree sorprenderme en contradicción flagrante con lo por mí afirmado en otro lugar de mi artículo. Aunque yo hubiera asentido por completo á la opinión de los que atribuyen la disminución de acarreo del Durance á las repoblaciones y encespedamientos de la parte alta de su cuenca, la contradicción no existiría, pues yo en ninguna parte he negado *en absoluto* que con la repoblación no puedan, sin anularse por completo, disminuirse, sin embargo, los arrastres, y para explicar el caso del Durance con eso bastaría. Conste, pues, que aun en el caso más desfavorable, todo podría compaginarse sin atentado mayor contra la lógica.

Y conste también, porque es una declaración importante la que hace el Sr. Cosculluela al admitir como posible que *por la repoblación haya una ligera disminución en el estiaje*. Seguramente habrían de mostrar gran repugnancia para aceptar ese aserto la mayor parte de los propagandistas forestales, y muy especial-

mente la *Revista de Montes*, que en su número de 1.º de Diciembre de 1911 acogía con fruición pasajes de un libro del Sr. Sánchez de Toca, muy notable, sin embargo, por otros conceptos, donde se hacía la peregrina afirmación de que el estiaje del Ebro *se había reducido á la mitad* en poco más de un siglo, á consecuencia de la devastación forestal.

Pero volvamos á lo ocurrido con el Durance. Ciertamente que la diferencia entre los plazos de treinta y tres y ciento cincuenta años, es demasiado grande para explicar el fracaso del entarquinamiento de la Crau por la disminución simultánea de los acarreo y de los estiajes; habríanse reducido aquéllos á la quinta parte, y hubiera constituido el caso para la repoblación un éxito loco. En realidad, de la media de los años de 1868-78 á la de 1879-89, sólo había una disminución de un 33 por 100 en el caudal sólido del río; si bien, de 1.º de Abril á 30 de Septiembre, que es allí la época de las turbias más intensas, por proceder en gran parte las aguas de los deshielos de los Alpes, la disminución fué sólo de 22 por 100; pero es el caso, y aquí de la importancia del caudal de estiaje para el éxito de la operación, que la concesión obligaba á respetar la dotación de 50 metros cúbicos por segundo á que tenían derecho los aprovechamientos inferiores, y como el volumen que habrían de derivar los canales, según habían sido calculados, era de 80, la reducción del caudal en aguas bajas y la mayor duración de las mismas obligaban á dejar cerradas las compuertas de toma durante una buena parte del año, en ocasiones hasta tres meses; aun abiertas, cuando el río trajera menos de 130 metros cúbicos, no sólo sería menor el volumen líquido conducido, sino que, siendo menor su velocidad, con ella disminuiría también la potencia de arrastre, y una parte de los limos podría quedar en los canales, en vez de llegar á la superficie á que se destinaban.

No cabían tantos detalles en un artículo como el que escribí, y por eso creí poder omitirlos, teniendo en cuenta, sobre todo, que no se trataba de un punto esencial. Lo que me proponía probar era que *ni el bosque aumenta la lluvia, ni reduce en la cuenca las pérdidas de agua*, por lo que el pantano no puede obtener de él ningún suplemento de alimentación. Pues bien, del caso del Durance lo que parece deducirse es que, *lejos de producir ese aumento, el bosque reduciría más ó menos, pero siempre algo, el agua embalsable*.

En cuanto á las obras hidráulicas, el Sr. Cosculluela elude la discusión. Yo, ni la rehuyo ni le invito á ella, pero me agrada sobre manera que se declare también entusiasta de los riegos por encontrar así un punto en el que podamos estar los dos completamente de acuerdo.

PEDRO M. GONZÁLEZ QUIJANO.

Jerez 26 de Mayo.

Evolución del material de tracción en los ferrocarriles

DEL

ESTADO DE PRUSIA-HESSE

y

ALGUNOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL SERVICIO CON LOCOMOTORAS DE VAPOR RECALENTADO

Extracto de una conferencia de Hammer Regierungsbaumeister, publicada en los *Annalen für Gewerbe und Bauwesen*, por E. Meyer, Ingeniero.

PRÓLOGO

Desde hace veinte años el tráfico de viajeros en los ferrocarriles prusianos ha aumentado en enormes proporciones. Algunos datos serán suficientes para demostrar la realidad. Desde

(1) Tomo I, pag. 53.

1894 á 1909, el número de viajeros-kilómetros pasó de 8.586 millones á 24.111 millones, lo que representa una progresión de 205 por 100, y los recorridos de los trenes expresos por ejes-kilómetros, se han elevado desde 531 á 1.732 millones; por consiguiente, más que triplicado. Por lo tanto, la expresión antes empleada está justificada. Es preciso reconocer que se viaja por ferrocarril muchísimo más que en otros tiempos. Ciertamente es también reconocer que otros factores importantes han intervenido, imponiendo al servicio de tracción condiciones de más en más penosas y algunas, frecuentemente, difíciles de llenar.

Como causa primordial del aumento de las cargas remolcadas, es preciso mencionar la elevación progresiva del peso de los coches que circulan en los trenes rápidos. Los viajeros reclaman más aire y más luz, lavabos y otros elementos de comodidad, con lo que resulta una disminución en el número de asientos correspondiente á cada coche. El aumento de velocidades lleva consigo el de las precauciones de seguridad, que se traducen en la más sólida construcción de las diferentes piezas de que se compone el vehículo (respecto á esto mencionaremos los nuevos coches metálicos), resultando de estas consideraciones que el número de asientos por eje de coche de viajeros ha descendido de 19,03 á 17,66 ó sea el 7,2 por 100, é inversamente, la tara por eje ha aumentado de 5,17 á 6,49 toneladas, ó sea el 25,5 por 100, y, en fin, la tara por asiento ha subido de 0,27 á 0,37 de tonelada, ó sea el 37 por 100.

Los Ingenieros de tracción han acogido con cierta aprensión este rápido aumento de las cargas remolcadas. Si algunos expresos de mucha carga circulaban diariamente en algunas grandes líneas, fué porque se recurrió á la doble tracción, pues las nuevas condiciones tuvieron como consecuencia llegar á pasar el límite de carga de las locomotoras en servicio, siendo aquel el único medio de que se disponía, aunque el empleo de una máquina de refuerzo trae consigo graves inconvenientes, no solamente el de los numerosos recorridos de la máquina aislada, que aumentan los gastos en gran cantidad, sino que, además, las grandes líneas, ya muy recargadas, sufren con esto una acumulación suplementaria.

Los máximos alcanzados en 1894 y 1907, son los siguientes:

Kilómetros con doble tracción. . 11.341.994 en 1894, 26.295.669 en 1907
» de máquina aislada. 15.180.581 en 1894, 38.841.111 en 1907

Locomotoras de vapor saturado.

Al principio del período á que nos referimos, los ferrocarriles prusianos empleaban con frecuencia en la tracción de los trenes expresos la locomotora de simple expansión, con cuatro ruedas acopladas y carretón delante. No nos ocuparemos de la evolución de las locomotoras de los trenes ómnibus para viajeros, ni de la de las locomotoras-ténder y de las de los trenes de mercancías, porque, naturalmente, para su estudio y construcción se han aprovechado los resultados obtenidos en distintas épocas con las máquinas de los trenes expresos; además se impuso, con menor urgencia que en éstas, la necesidad de aumentar su potencia, pero, sin embargo, se han efectuado perfeccionamientos considerables, que no enumeramos, por no dar á este resumen largas proporciones.

Los Ingenieros de tracción, en los esfuerzos que intentaron con la adopción de modelos más potentes para satisfacer las nuevas condiciones del servicio, tropezaron con un serio obstáculo: el de que se alcanzó muy pronto el límite superior fijado en la carga por eje. Siguiendo el ejemplo del ferrocarril del Norte francés, se construyeron locomotoras Compound de cuatro cilin-

dros, y la primera empezó á prestar servicio en 1894; el timbre habitual de 12 kilogramos se elevó á 14. Esta máquina presentaba varias ventajas: desarrollo de mayor potencia en rampa. el remolque de los expresos pesados con velocidades mayores, sus masas en movimiento alterno estaban equilibradas, etc.; sin embargo, no realizó todas las ventajas que de ella se esperaban, entre otras, la de la reducción del consumo de combustible, que sin duda la principal razón de no conseguirlo fué las grandes pérdidas por laminación; además, el entretenimiento y la conducción de estas nuevas locomotoras resultaban más penosas para el personal.

De todos modos, su empleo se restringió bastante, porque la carga del eje motor, que pasa de 16 toneladas, sólo podían resistir muy raras líneas en las que las vías eran lo suficientemente resistentes. En fin, la caldera era relativamente pequeña, y el nivel de agua no debía pasar de la parte media del tubo indicador, de modo que muy difícilmente podía producirse el vapor necesario. Estas son las principales razones por las que no se extendió más en esta época la locomotora Compound.

Con objeto de remediar los inconvenientes que presenta la complicada construcción de cuatro mecanismos de distribución independientes (que es otra de las desventajas que se atribuyen á esta clase de máquinas), M. von Borries, uno de los grandes partidarios del sistema compound propuso un nuevo método de construcción.

Los cilindros de alta y baja presión de un mismo lado se construyeron de una sola pieza con el fin de facilitar la fabricación y el montaje, las dos cajas de cada par de cilindros (caja cilíndrica H. P. de admisión interior, caja cilíndrica B. P. de admisión exterior) se gobernaban por un solo mecanismo; pero se aumentaron las dificultades, debidas principalmente á la diferencia de modos de ver relativas á las relaciones de admisión entre los cilindros H. P. y B. P. Como no se quería dejar al maquinista el cuidado de regular á su antojo las distribuciones, fué preciso recurrir á una disposición tal que, prolongada la admisión al cilindro H. P., fuese siempre mayor la correspondiente al cilindro B. P. Con el mecanismo von Borries las relaciones de admisión eran las siguientes:

H. P. :	40	50	70	centésimas.
B. P. :	60	70	81	»

Las razones por que la locomotora Compound no tuvo buen éxito y no llegó á extenderse lo suficiente para amenazar seriamente á la locomotora de simple expansión, fueron las dificultades de vaciado y de fabricación de los cilindros, y, especialmente, el hecho de que la caldera era incapaz de producir el vapor necesario para las grandes potencias. Haciéndose cada vez más penosas las condiciones del servicio, se imponía un nuevo aumento en las dimensiones de la caldera, y fué preciso añadir un eje portador en la parte de atrás con el fin de poder agrandar la rejilla; este fué el modelo *Atlantic* (4-4-2) con hogar desbordante, que resulta muy ventajoso desde el punto de vista económico, y que goza además de una aceptación especial.

Un factor sensible se oponía á la continuación del desarrollo de las locomotoras; era el pequeño diámetro (16 metros solamente) de las placas giratorias de la época. En los nuevos proyectos de locomotoras se vieron obligados los Ingenieros de tracción á tener en cuenta esta condición. Por lo mismo, desde el punto de vista de la apariencia, hubo á veces modelos de locomotoras que dejaban mucho que desear, pues al tener que acortar el ténder en beneficio de la caldera, resultaba una impresión de conjunto que daba frecuentemente lugar á críticas acerbas, sin conocer la

verdadera razón que había obligado á escoger tal construcción al autor de los planos.

Hasta el fin del pasado siglo se ha visto en Prusia la locomotora de simple expansión de cuatro ruedas acopladas, como casi el único remolque de los trenes expresos. Las locomotoras Compound, que en gran cantidad prestaban servicio en el extranjero, con perfeccionamientos importantes que en ellas se hicieron, no se adoptaron en Prusia, como principal razón, porque se veía que en breve plazo se emplearía en las locomotoras el vapor recalentado. Si se conseguía transformar las locomotoras existentes, de modo de poderlas dotar con poco gasto y sin serios inconvenientes de esta innovación sensacional, podría hacerse frente durante muchos años á las necesidades siempre crecientes del tráfico.

Locomotoras de vapor recalentado.

Habiéndose obtenido ya excelentes resultados con el empleo del vapor recalentado aplicado á las máquinas fijas, en 1898 se hizo la primera aplicación en las locomotoras. El recalentador escogido, consistía en un grueso tubo de 450 milímetros de diámetro dentro del cual se alojaban veintiséis pares de tubos de recalentamiento. Las dimensiones principales de la locomotora fueron aproximadamente las del modelo normal de la época. Los primeros resultados no fueron muy brillantes. En la práctica, y como consecuencia de los muchos ensayos que se hicieron, se revelaron los defectos y los inconvenientes que no habían sido previstos ni en la teoría ni en la construcción.

Los cilindros eran demasiado pequeños para que la acción expansiva del vapor recalentado pudiese aprovecharse ventajosamente. Muchos incidentes desagradables resultaron del empleo de cajas cilíndricas de segmentos calibrados, cuya impermeabilidad, á pesar de emplear el mejor aceite, se hacía defectuosa al cabo de algún tiempo, relativamente corto de servicio. El tubo recalentador no podía dilatarse lo suficiente, era difícil de deshollar y daba lugar á grandes gastos de reparación. Se reemplazó con el recalentador colocado en la caja de humos. Mencionaremos también que para realizar las grandes velocidades se debía dar á las ruedas motrices un diámetro, aproximadamente, de dos metros, porque se había comprobado que con ruedas pequeñas el número de vueltas era tan grande, que las elevadas velocidades de émbolo ocasionaban choques demasiado violentos en el momento de los cambios de presión.

Si las locomotoras de vapor recalentado presentaron desde el principio sobre las de vapor saturado las ventajas de la reducción del consumo de agua y de combustible, consideraciones importantes se opusieron al rápido desarrollo de su empleo. Los resultados obtenidos en la práctica quedaron muy por bajo de las previsiones teóricas y se trató de aproximarse con innumerables mejoras y modificaciones. Los recodos rígidos de los tubos de recalentamiento, el rápido desgaste de los palastros de cubierta por los gases calientes y otros inconvenientes, principalmente el de la carga excesiva del primer eje acoplado por el recalentador de la caja de humos, en aquellas locomotoras desprovistas de un eje portador en la parte delantera, indujeron á los constructores de locomotoras á buscar otro sistema de recalentador.

Por este motivo empezó á emplearse en Prusia en 1905 (ya introducido en Bélgica desde 1901) el primer recalentador colocado en los tubos de humo, cuyo modelo se ve hoy en todas partes. Las ventajas principalmente importantes de este recalentador sobre sus predecesores y que hace esperar se conserve mucho tiempo en primera línea, son: la supresión del grueso tubo para gases calientes, la más igual repartición del peso, la reducción

de gastos de entretenimiento y la más fácil renovación de los tubos.

Todas estas consideraciones nos dan la explicación del rápido desarrollo que tendrán estas locomotoras, é inversamente, de la actitud reservada que observaban anteriormente muchas administraciones de ferrocarriles, que prefirieron esperar á que se inventase un buen sistema de recalentador, como el que se posee en la actualidad, bajo la forma de recalentador colocado en los tubos de humo.

La figura 1.^a nos demuestra claramente este hecho, lo mismo en lo que se refiere á Prusia que en lo que se refiere al mundo entero. Hasta 1905 se habían construido en conjunto 140 locomotoras del sistema Schmidt. Este número se triplicó en seguida en un año, resultado que ciertamente debe atribuirse en gran parte al recalentador de tubos de humo. Notamos, además, la misma progresión respecto al mundo entero en un intervalo de dos años.

Es preciso hacer constar también que en los ferrocarriles prusianos se ensayó igualmente el recalentador Pielock. Este sistema y el de Cleuch-Gölsdorf pertenecen más bien á la categoría de los secadores de vapor. El gasto de instalación relativamente pequeño, la sencillez del montaje y la facilidad de conducción

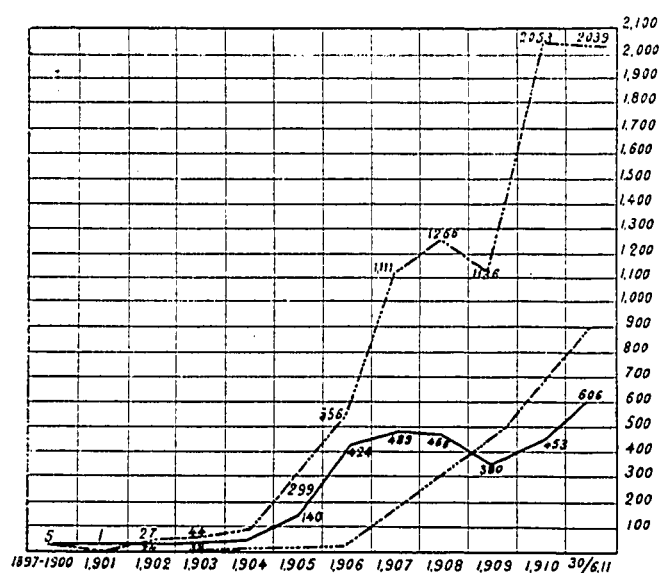


Fig. 1.ª—Número total y anual de locomotoras con recalentador Schmidt.
.....en todo el mundo.....locomotoras compuestas con recalentador
—En Prusia.

permiten emplear estos sistemas con ventaja cuando se juzgan suficientes temperaturas de vapor de 280 á 290 grados; pero como regla general, en la actualidad casi no se emplea más que el recalentador de tubos de humo de Schmidt. Muchos de los ferrocarriles europeos, antes de decidirse á encargar, en mayor ó menor número, locomotoras de vapor recalentado, esperaron los resultados definitivos, lo que sin duda da la explicación de la ya mencionada rápida ascensión de las dos curvas de la figura 1.^a

En 1908-1909 el número de locomotoras con recalentador baja, por un lado, desde 1.266 á 1.136, y por otro, de 466 á 380. Este hecho sólo es anormal en apariencia, no es necesario reflexionar mucho para encontrar la explicación. En efecto, en esta época se produjo en todos los ferrocarriles una detención del tráfico, una crisis general, que obligó, naturalmente, á la disminución de los pedidos. Los ensayos de locomotoras, antes que todo, necesitan disponer de tiempo y muy particularmente de mucho dinero; por esta razón gran número de administraciones de ferrocarriles dudaban, antes de poner en servicio locomotoras de recalentador, y prefirieron esperar la publicación de los resultados obtenidos por el Estado prusiano con el fin de evitarse de este modo muchas molestias y gastos. Lo que principalmente im-

pidió la rápida generalización del vapor recalentado en las locomotoras fué el problema del

Mecanismo de distribución.

Siguiendo la proposición de Schmidt se empleó en las locomotoras de recalentador las cajas cilíndricas; las de la primera máquina tenían 260 milímetros de diámetro y estaban provistas de segmentos elásticos, parcialmente equilibrados; pero aunque al principio su impermeabilidad era mayor que la de las cajas cilíndricas con segmentos rígidos, presentaban los inconvenientes siguientes: el trabajo de rozamiento era más considerable, el desgaste mucho más rápido y necesitaban mayor número de reparaciones. Su diámetro se redujo en seguida considerablemente hasta 150 milímetros (cajas de doble introducción y de segmentos calibrados rígidos). Durante bastante tiempo, la mayor parte de las locomotoras se dotaron entonces con este modelo de caja; pero como todavía á veces, especialmente en las locomotoras de mercancías, se produjeron fugas y con tan graves inconvenientes desapareció la cuestión de economía, en relación con las locomotoras de vapor saturado, se volvió de nuevo á los segmentos elásticos, pero dándoles entonces una anchura mucho menor, de seis á ocho milímetros, con altura igual. Los resultados han sido aceptables hasta la actualidad; también se han conservado estas dimensiones. Respecto á los modelos de cajas, existen muchos y diariamente sufren perfeccionamientos, así es que nos parece prematuro recomendar un modelo particular, hasta que no se conozcan los resultados definitivos de los ensayos.

Otra cuestión bastante importante es la que se refiere al aceite que debe emplearse en las locomotoras de recalentador. ¿Debe considerarse al aceite mineral puro como el mejor? Sobre este punto no se está todavía completamente de acuerdo. Cualquiera que sea, debe emplearse un excelente lubricante para los cilindros y para la distribución; con relación á la locomotora de vapor saturado, resulta un gasto anual suplementario de 150 marcos (188 pesetas), aproximadamente, que resulta siempre compensado, con un movimiento más suave, menor desgaste y la reducción en el número de reparaciones necesarias. Se emplea frecuentemente el aceite mineral puro, añadiendo un poco de grasa animal; en esta forma se aumenta su poder lubricante, la alimentación de aceite es menos abundante y deja menos residuos. Es verdad que el ácido que se desprende de la grasa ataca un poco al metal; por el contrario el aceite se adhiere mejor á las superficies de rozamiento, y hasta ahora no se ha comprobado con esta mezcla ningún efecto perjudicial sobre el estado de entretenimiento de las cajas y de los segmentos de guarnición. En Prusia ha sido derogada la prohibición de añadir grasas á los aceites minerales en su empleo en las máquinas de vapor recalentado.

Mencionaremos rápidamente el empleo de bombas de aceite para los cilindros y cajas. Se sabe que el valor del aceite mineral depende de su punto de inflamabilidad. Se trata, pues, de evitar, dentro de lo posible, que se mezcle con el agua ó con el vapor; desgraciadamente, no llega á conseguirse esto de una manera completa con los engrasadores de consumo visible, mientras que con las bombas de aceite se realiza perfectamente este *desideratum*, y se recomiendan, pues, especialmente para las locomotoras de vapor recalentado. Dan primeramente un engrasado uniforme, y no necesitan atenderse en marcha, de modo que el personal de la máquina puede dedicar toda su atención á la línea; además, no causan contratiempos, como el de la rotura de un vaso del engrasador de consumo visible. Existe una bomba en

cada lado de la máquina. Son lo suficientemente grandes para poder efectuar un recorrido de 250 á 300 kilómetros. Estos aparatos funcionan muy económicamente, que es un punto importantísimo, teniendo en cuenta el elevado precio del aceite para los cilindros de esta clase de máquinas. La uniformidad del engrasado permite reducir el consumo de aceite, y como los cilindros y las cajas quedan en un estado irreprochable, actualmente se emplean también las bombas de aceite en las locomotoras de vapor saturado. Algunas Administraciones de ferrocarriles han hecho la instalación en todas sus locomotoras, teniendo en cuenta que los gastos hechos los recuperan fácilmente en algunos años.

Quando las cajas cilíndricas de segmentos elásticos y de poca anchura están bien lubricadas con aceite de buena calidad y la máquina bien conducida, dan excelentes resultados, y la economía de carbón es de 10 por 100, con relación á las cajas de segmentos calibrados. Es preciso no olvidar que con el vapor recalentado se producen diferencias de temperaturas aproximadamente de 150 grados, lo que puede determinar ligeras deformaciones en el cuerpo de la caja; por consiguiente, está justificado el montaje de la caja cilíndrica de rozamiento suave, y aun debe considerarse necesario, con el fin de reducir al mínimo las pérdidas de vapor.

Las válvulas de entrada de aire, las de corta-circuito y las de seguridad en los cilindros, se emplean ya por la mayor parte de las Compañías de ferrocarriles y en todas partes han dado buenos resultados. Respecto á las válvulas de entrada de aire, existen muchos modelos, pero, sin duda, es el mejor el que mantiene mecánicamente la válvula abierta.

En fin, los cilindros de la mayor parte de las locomotoras están provistos de válvulas de seguridad para evitar las averías que pueden ocasionarse por los golpes de agua, ó por las compresiones muy fuertes.

También mencionaremos que en las locomotoras de recalentador es mucho menos necesario que en las de vapor saturado abrir los purgadores frecuentemente y durante mucho tiempo. Esta necesidad no existe tampoco aun en las máquinas Compound con recalentador, porque el vapor á baja presión tiene por lo menos la misma temperatura que el vapor á alta presión de la locomotora de vapor saturado. Ahora bien, como es preciso abrir los purgadores en el momento de la arrancada, es decir, en el momento de la salida, en las grandes estaciones presenta un inconveniente bastante grave, que puede á veces ser la causa de colisiones ó de otros accidentes. En efecto, el vapor que se escapa de los cilindros impide descubrir libremente la vía y las señales.

La distribución con válvulas de Lentz y el sistema igualmente corriente de Stumpf, hacen mayor todavía el grado de perfeccionamiento de las locomotoras. A primera vista, los intervalos perjudiciales, aproximadamente el 17 por 100 de la máquina Stumpf, dan lugar á objeciones; pero el inconveniente que resulta está ciertamente compensado con el hecho de que las superficies de condensación son aproximadamente el 80 por 100 mayores en las otras locomotoras del mismo modelo, con cajas ordinarias, que en la de Stumpf. Sin duda, con esta distribución, la alta presión del vapor de escape, en casos de larga admisión, debe considerarse como desventajosa. Los ensayos no se han terminado todavía y mientras tanto merece seguirse atentamente, desde el punto de vista termodinámico, la aplicación del principio de Stumpf, á la máquina locomotora.

Resultados económicos de las locomotoras con recalentador.

Comparando las locomotoras de vapor recalentado con las de vapor saturado desde el punto de vista del consumo de combus-

tible, se comprueba en favor de las primeras una economía por lo menos de 10 por 100 en las máquinas de los trenes expresos y ómnibus y aproximadamente de 5 por 100 en las de los trenes de mercancías. Estas cantidades son generalmente demasiado pequeñas, especialmente cuando la locomotora de recalentador funciona al límite de su potencia y hace etapas largas sin parada; esto explica también que sea menor la diferencia al tratarse de las locomotoras de mercancías. Cuando la marcha se interrumpe frecuentemente, la temperatura del vapor desciende rápidamente hasta menos de 300 grados, y con este motivo la locomotora de recalentador pierde entonces su principal ventaja.

Para justificar los valores antes citados, transcribiremos algunos de los resultados obtenidos en los ferrocarriles del Estado Prusia-Hesse, en donde resalta de un modo indudable la superioridad de estas locomotoras.

«Gracias á haber puesto en servicio grandes locomotoras, lo que ha permitido establecer una proporción más exacta entre las potencias de tracción y las cargas remolcadas; gracias también á la más precisa observancia de los límites de carga prescritos y gracias á la supresión de ciertos trenes y á la reducción del número de locomotoras de reserva, los recorridos kilométricos de las locomotoras durante el ejercicio de 1909 han disminuido en el 1,7 por 100, con relación á 1908, cuando el aumento del peso de los coches y las velocidades ha sufrido un aumento de 6,7 por 100 del número de ejes-kilómetros en el material de viajeros y de 5,7 por 100 en el material de mercancías. En 1910, con relación á 1909, los recorridos de los coches aumenta nuevamente en el 7,05 por 100, el de los vagones en el 7,60 por 100 y se comprueba solamente un avance de 3,14 por 100 en los kilómetros de locomotoras. Relativamente á los kilómetros de los ejes de coches, en los recorridos kilométricos de las locomotoras, se encuentra una disminución y esto se traduce naturalmente en una economía considerable, no solamente respecto al personal de las locomotoras sino también al de los trenes.

A pesar del aumento de tráfico, la economía de combustible durante el ejercicio de 1909, comparado con el de 1908, ha sido (á precio unitario igual) de 680.000 marcos (857.000 pesetas). Aplicando á 1909 y á 1910 el consumo de combustible del ejercicio 1908 por 1.000 marcos (1.250 pesetas) de ingresos de explotación ó por 1.000 toneladas kilométricas, se halla para 1909 un gasto que pasa de 7.800.000 marcos (9.750.000 pesetas), cantidad real, y para 1910 con el doble de la cantidad real.

El consumo de combustible por un millón de toneladas kilométricas (carga total de los trenes según la estadística de la Oficina imperial) ha sido el siguiente:

	<u>Toneladas.</u>
En 1907.....	60,05
En 1908.....	58,85
En 1909.....	55,06
En 1910.....	53,50

Ahora bien: estas cantidades no expresan todavía el aumento de la velocidad y de las secciones más difíciles. Toneladas-kilómetros pueden ser, sin embargo, proporcionadas por los recorridos de máquina aislada. Indicaremos igualmente el consumo de combustible por 1.000 marcos (1.250 pesetas) de ingresos de explotación; es el siguiente:

	<u>Toneladas.</u>
En 1907.....	5,14
En 1908.....	5,13
En 1909.....	4,80
En 1910.....	4,65

Todavía se ve que, á pesar del abaratamiento de las tarifas, el consumo de combustible ha disminuído sensiblemente

Para que la economía de explotación continúe desarrollándose es condición indispensable que las potentes locomotoras puestas en servicio funcionen de un modo económico. Es preciso, dentro de lo posible, hacer frente al aumento del tráfico por medio del refuerzo de los trenes existentes y no con la creación de otros nuevos, porque en este último caso, además de un aumento brusco en los gastos del personal, los de instalación y de conservación de las locomotoras, los de combustible y engrasado, aumentarían desmesuradamente como consecuencia de la proporción desfavorable entre el peso de la locomotora y la carga remolcada. La mejor prueba de que los ferrocarriles del Estado de Prusia-Hesse observan este principio, la dan las siguientes cifras: 1.000 marcos (1.250 pesetas) de ingresos-mercancías en 1906 necesitaban 15,07 kilómetros de trenes de mercancías; en 1909 esta cantidad desciende hasta 12,96, y en 1910 sólo alcanza á 12,61 trenes-kilómetros.

Por otro lado, los gastos de entretenimiento de las locomotoras, á pesar del gran esfuerzo que se les exige y á pesar del alza considerable de los salarios, han disminuído. En efecto, se han elevado como término medio, por locomotora y por año:

En 1907.....	á 3.960 marcos (4.950 pesetas).
En 1908.....	á 3.680 — (4.600 —)
En 1909.....	á 3.392 — (4.240 —)
En 1910.....	á 3.384 — (4.230 —)

Estos números demuestran que el hecho de haber puesto en servicio las grandes locomotoras, y especialmente la de recalentador, no ha ejercido influencia alguna desfavorable en los gastos de conservación. Con relación al caballo-hora desarrollado, los gastos de entretenimiento de las locomotoras, hace quince años, es decir, al principio del período de que se trata, y á pesar de los pequeños salarios de la época, pasan del 50 por 100 de los del último año.

La relación entre los gastos y los ingresos, ó sea el coeficiente de explotación, constituye un verdadero criterio de la administración económica de un ferrocarril. En los últimos años, esta relación ha sufrido influencia, especialmente por el aumento de los sueldos y salarios; la Administración ha seguido la regla de aprovechar los años buenos para proceder á toda clase de mejoras, para no exigir al público una indemnización, bajo la forma de aumento de tarifas. En 1908, como consecuencia de la paralización del tráfico, el coeficiente de explotación alcanzó el 74,62 por 100. En 1909, bajó á 68,99, y en 1910, á 67,27 por 100 (1). No es fortuito el que la disminución del coeficiente de explotación coincida con el mayor empleo de las locomotoras potentes y económicas, aunque, naturalmente, se ha resentido también por una serie de medidas en el servicio y por la mejora de las instalaciones de la vía. El poner en servicio locomotoras de recalentador, continuará, como consecuencia, ofreciendo influencia favorable sobre el coeficiente de explotación, porque los principios que rigen en la construcción y empleo de las locomotoras tiene gran importancia desde el punto de vista económico.»

Estos datos numéricos, que son muy interesantes, se reproducen gráficamente en las figuras 2.^a, 3.^a y 4.^a; las escalas se han escogido de modo que pueda establecerse fácilmente la comparación. En lugar de cargar la Memoria con estadísticas, preferimos presentar estas curvas, que son su representación.

(1) El coeficiente de explotación del ejercicio de 1911 ha sido 65,23. El consumo de carbón, por un millón de toneladas-kilómetros, no ha alcanzado más que 51,97 toneladas. Por 1.000 marcos (1.250 pesetas) de ingresos de explotación, ha bajado á 4,62 toneladas. El consumo hubiese disminuído más, á no ser por el abaratamiento de las tarifas, exigido por la situación económica del país. Notemos, sin embargo, que por cada 1.000 marcos ingresados en Caja por beneficios, se ha gastado para combustible en 1911 10 marcos (12,50 pesetas) menos que en 1907.

El estudio de estas curvas es muy interesante. Se observará, principalmente, la inclinación uniforme de 1908-1909, en las tres figuras, y puede sacarse, en conclusión, que en estos años ha sido cuando las locomotoras de recalentador han sufrido más importantes perfeccionamientos y mejoras. Desgraciadamente no

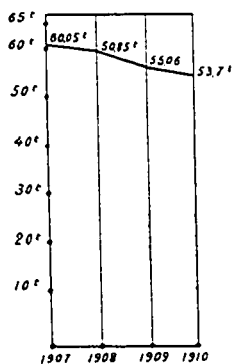


Fig. 2.-Consumo de combustible para 1 millón de toneladas kilométricas (carga total de los trenes según la estadística de la Oficina Imperial)..

podemos llegar más allá en este examen, porque los factores que intervienen en la formación de estas curvas son muy variables. Nos contentaremos con recomendar a todas las Administraciones de ferrocarriles reproduzcan gráficamente los informes y datos de este género, con el fin de buscar las causas de las anomalías que puedan presentarse, de encontrar la explicación de estos hechos y de poner remedio.

Conclusión.

A pesar del empleo del vapor recalentado y de la actitud más ó menos reservada que ha observado hacia 1900, la Administración de los ferrocarriles del Estado prusiano, respecto a la locomotora Compound de vapor saturado, ha podido ésta conquistar con el tiempo un puesto de honor. Recientes ensayos, efectuados

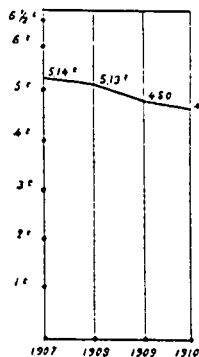


Fig. 3.-Consumo de combustible por 1000 marcos (1250 pesetas) de ingresos de explotación

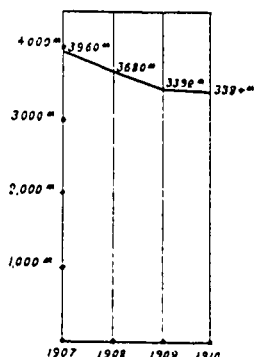


Fig. 4.-Gasto medio anual de entretenimiento por locomotora, en marcos.

en gran escala, han conducido a la conclusión definitiva de que las locomotoras de los expresos deberán, en adelante, ser construidas, según el sistema Compound.

El número de locomotoras Compound, en servicio, era:

En 31 de Marzo de 1900,	de 2.115
— — — 1910,	de 6.252
— — — 1911,	de 6.404.

Parece sorprendente que hasta el año 1911 no se haya aplicado en Prusia el vapor recalentado a las locomotoras, mientras que en los otros ferrocarriles alemanes, y especialmente en países pobres en hulla del viejo continente, se haya introducido con tanto éxito. Se quiso probablemente llegar a alcanzar el más alto

grado de potencia en la locomotora de recalentador, de simple expansión y de más sencilla construcción, antes que imponer a la Compound, un poco más complicada por sí misma, los aparatos recalentadores. Ahora bien, puesto que los ensayos han demostrado que la temperatura en la caja de distribución del cilindro a baja presión pasa un poco de 200 grados centígrados y que pueden, por lo tanto, emplearse cajas planas, es de esperar que se extenderá mucho el empleo de las locomotoras Compound con recalentador.

Creemos interesará a nuestros lectores conocer el efectivo de locomotoras de vapor recalentado que se hallan en servicio en los diferentes países del mundo. El adjunto cuadro, que da completos informes sobre este asunto, nos ha sido facilitado por la Sociedad de recalentadores Schmidt, de Cassel-Wilhelmshöhe.

Locomotoras de recalentador Schmidt, en servicio ó en construcción el 15 de Agosto de 1912.

NOMBRE DE LOS PAÍSES	LOCOMOTORAS de simple expansión.	LOCOMOTORAS Compound.	TOTAL
Países de Europa.			
Alemania.....	3.984	202	4.150
Austria.....	216	442	658
Bélgica.....	567	»	567
Bulgaria.....	1	»	1
Dinamarca.....	109	2	111
España.....	151	28	179
Finlandia.....	23	»	23
Francia.....	464	962	1.426
Gran Bretaña.....	488	»	488
Grecia.....	20	2	22
Hungría.....	70	8	78
Italia.....	478	»	478
Luxemburgo.....	16	»	16
Noruega.....	62	»	62
Países Bajos.....	98	»	98
Portugal.....	4	18	22
Rumanía.....	87	»	87
Rusia.....	634	90	724
Servia.....	6	»	6
Suecia.....	335	»	335
Suiza.....	190	16	206
Turquía.....	75	»	75
TOTAL.....	8.042	1.770	9.812
Otros países.			
Bolivia.....	1	»	1
Brasil.....	40	»	40
Chile.....	12	»	12
China.....	4	»	4
Colonias alemanas.....	3	»	3
— inglesas.....	1.073	12	1.085
— francesas.....	55	»	55
— holandesas.....	86	»	86
Congo belga.....	13	»	13
Egipto.....	1	»	1
Estados Unidos de América.....	4.068	»	4.068
Japón.....	118	»	118
República Argentina.....	147	»	147
Uruguay.....	1	»	1
TOTAL.....	5.622	12	5.634
Número total en el mundo de locomotoras con recalentador y que pertenecen a 351 Administraciones de ferrocarriles.....			
	13.664	1.782	15.446

Dos grandes países han dado especialmente preferencia. Francia, que ocupa desde hace mucho tiempo uno de los lugares preferentes entre los Estados europeos, desde el punto de vista del material de tracción, ha creído útil continuar fiel al sistema Compound. Austria, sin duda, no ha adoptado sin motivo la actitud que indican los números del cuadro.

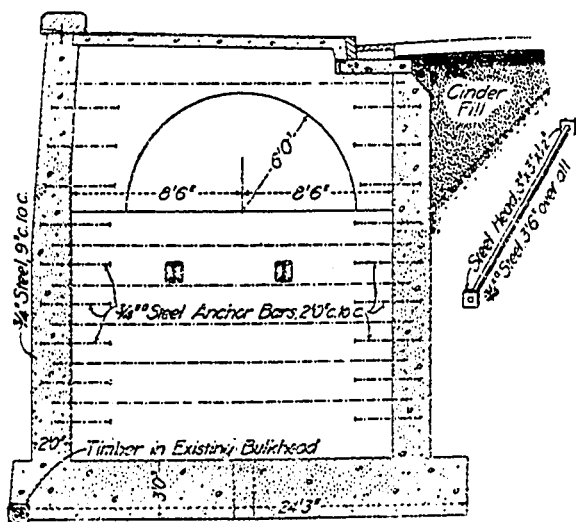
El porvenir nos enseñará, en el sentido en que se hará, la evolución ulterior de las locomotoras con recalentador y de cua-

Igualmente, la potencia de 1.850 caballos, desarrollada durante un tiempo bastante grande, debe considerarse como un brillante éxito de la locomotora de vapor, que podrá conservar durante muchos años el lugar que ocupa desde hace un siglo, y especialmente si los progresos que el constructor de locomotoras procurará hacer en esta máquina en el porvenir, son del mismo género que los registrados durante los diez últimos años, y de los que con todo derecho puede sentirse orgulloso.

1-1-

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Dos disposiciones se adoptaron para el sostenimiento del terraplén por el lado del río: el muro de mampostería y el muro de cribs (cajones lastrados con piedras) con paramentos de madera.



Las obras se harán sin ataguías, es decir, aprovechando la marea. Los muros de hormigón se harán por trozos de 9,76 me-