

- 4.º La reducción á sólo dos clases de vagones para viajeros.
- 5.º La adopción del menor tipo de vagones.
- 6.º La reducción al menor número de estaciones, las que se sustituyen con apeaderos, disminuyendo el personal de empleados.
- 7.º La supresión total ó parcial de la vigilancia en la línea.
- 8.º La adopción de trenes mixtos.

Según Haarmann, el costo de una línea secundaria de vía estrecha es: para ancho de un metro el 70 por 100; para 0,75 metros el 60 por 100, y para 0,60 metros el 40 por 100 del costo de una de ancho normal.

Estas cifras de Haarmann parece que son demasiado bajas, favoreciendo mucho á las vías estrechas; por lo tanto, es de aconsejar se consideren un poco más elevados estos valores, en el caso de proyectar una línea de vía estrecha.

5.º *Casos en que se debe adoptar la vía estrecha.*

Habíamos dicho precedentemente que para el estudio de comparación de un proyecto de ferrocarril de vía normal y uno de vía estrecha, entre dos centros y con trazado diverso, era necesario establecer un estudio preliminar de índole económica para la determinación del ancho de la vía. Nördling, Consejero ferroviario del Ministerio de Comercio, de Viena, propuso la siguiente fórmula:

$$0,05 EL \geq pT \quad (1)$$

Llamando L la longitud de la vía férrea económica, E la economía por kilómetro sobre el gasto de construcción, p el gasto para transportar una tonelada de mercancía, T el número de toneladas que se deben transportar en un año, y suponiendo que se capitalice al 5 por 100 el dinero economizado en la construcción.

Moreno (*) aconseja la admisión de un término E_1 que re-

(*) Especialista ferroviario.

presente la economía por kilómetro en el gasto de explotación, de donde resulta

$$(0,05 E + E_1) L \geq pT \quad (2)$$

Yo creo que la fórmula para el cálculo de comparación debe ser un poco más extensa, es decir: suponiendo que el trazado del ferrocarril de vía estrecha se elija casi siempre por sitios distintos de los correspondientes al trazado normal, el trazado de vía estrecha podrá ser más largo ó más corto: el primer caso podrá verificarse cuando se quieran evitar largos viaductos ó importantes obras de fábrica, el segundo cuando se pueda, con pendientes mayores y radios de curvatura menores, acortar el trazado.

Representando con

l la longitud de la vía de ancho normal.

l_1 la ídem íd. estrecha.

C el costo de construcción por kilómetro de la primera.

C_1 el costo de construcción por kilómetro de la segunda.

E el gasto de explotación por kilómetro de vía de ancho normal.

E_1 el gasto de explotación por kilómetro de vía estrecha.

y, como anteriormente, llamando p el gasto para el transporte de una tonelada, y T el número de toneladas que se deben transportar en un año, y suponiendo aún que se capitalice la economía de construcción al 5 por 100 resulta que

$$0,05 (lC - l_1 C_1) + (El - E_1 l_1) \geq pT$$

Resolviendo la ecuación para l_1 tendremos la longitud mínima de línea para la cual conviene la vía estrecha, y el consiguiente transporte de mercancías; resolviéndola por T , tendremos el número de toneladas de mercancía para el cual ya no conviene la vía estrecha.

(Continuará.)

FULGENCIO ARCHILA (1).

(1) De los Anales del Instituto de Ingenieros de Chile.

REVISTA EXTRANJERA

Las recientes locomotoras de vapor del Pennsylvania Railroad (Estados Unidos).

El servicio de las grandes líneas exige en la actualidad la tracción de trenes pesados á gran velocidad, y durante largos trayectos sin interrupción para los trenes de viajeros, principalmente; para los de mercancías, si la velocidad puede ser menor, es, en cambio, mayor la carga.

En la construcción de las locomotoras recientes no ha habido más remedio que aumentar cada vez más la potencia y, por consecuencia, la capacidad de la caldera. A las antiguas explotaciones, que comprendían trayectos relativamente cortos, recorridos á gran velocidad por trenes ligeros, ha sucedido la tracción regular de trenes pesados y rápidos.

La necesidad de potentes locomotoras se ha hecho sentir, sobre todo en los Estados Unidos, donde se han evitado más que en Europa las rampas de gran pendiente y las curvas de pequeño radio en las grandes líneas, y donde los trenes son cada vez más pesados.

Esto es lo que explica el desarrollo que han tomado en América las locomotoras Mallet y la creación de las locomotoras-tenderes que pesan hasta 340 toneladas.

Una de las Compañías americanas que han podido mejor, en este orden de ideas, perfeccionar su material móvil es la del Pennsylvania Railroad, cuya red, muy extensa, comprende líneas

de gran declive (en una de las cuales, como no hace mucho hemos dicho en esta REVISTA, se ha instalado en la actualidad la tracción eléctrica), y que posee en Altoona un laboratorio para el ensayo de las locomotoras que es, sin duda, uno de los más completos y mejor equipados. Bajo la dirección de M. J-T. Wallis, Ingeniero-Jefe de Tracción de esta Compañía, se han hecho numerosos ensayos en este laboratorio, los cuales han conducido á perfeccionamientos sucesivos, referidos, principalmente, á la disposición de las calderas, cuyas dimensiones y potencia han podido ser ampliamente aumentadas. En uno de los tipos más recientes, en la locomotora Pacific, tipo KS4, se ha llegado á las proporciones siguientes, que parece que son las más ventajosas: relación de la superficie de calefacción á la superficie de rejilla: 70,2; relación de la sección total de los tubos á la superficie de la rejilla: 0,12; relación de la superficie de la caja de fuego á la superficie de rejilla: 4,4; relación de la superficie de calefacción de los tubos á la de la caja de fuego: 11.

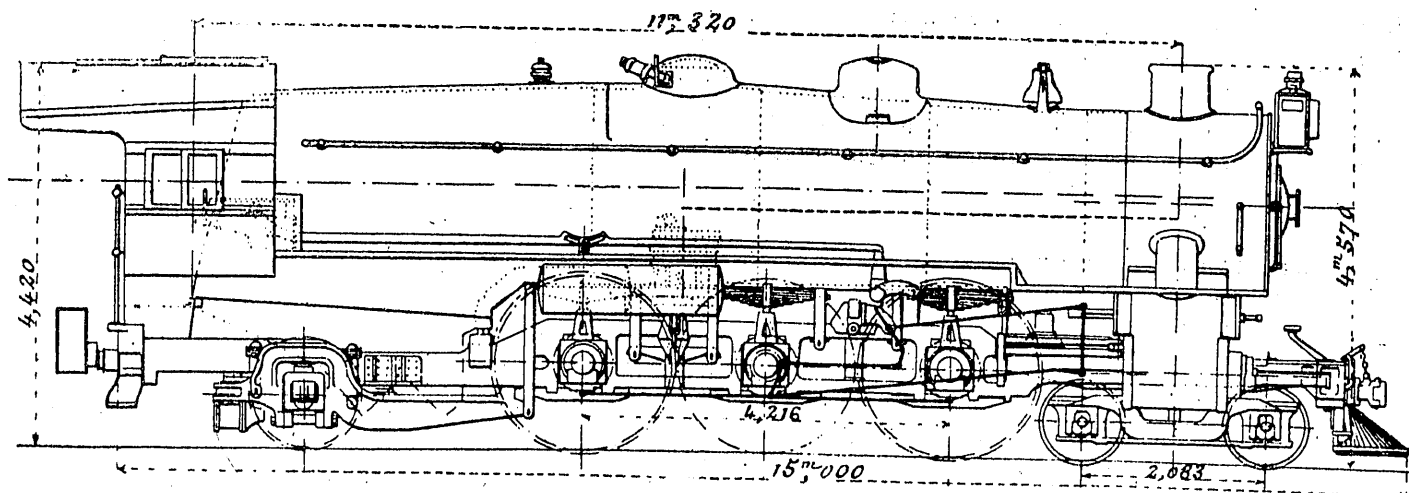
Vamos á hacer una descripción sumaria de esta máquina y de una locomotora Mikado y á dar algunos detalles de la locomotora Atlantic, construída en 1914, extractando el artículo que á ellas dedica M. Ch. D. en *Le Génie Civil*.

Locomotoras Pacific, tipo KS4 y Mikado, tipo L1S.—La máquina Pacific, representada en la figura 1.ª, es de tres ejes motores acoplados; delante hay una bogia directora y detrás un eje portador. Este tipo se ha establecido para la tracción de los trenes

pesados de viajeros en las líneas de fuerte pendiente de la parte montañosa de la red. La primera máquina se construyó en 1914.

El tráfico servido por estas máquinas se obtenía antes por unas locomotoras K2SA, de un tipo análogo; pero teniendo cilindros de 610 milímetros de diámetro y 660 milímetros de reco-

mas en las dos máquinas; las calderas son, en efecto, intercambiables, lo que facilita la construcción. El altar que se halla sobre el fondo de la rejilla, sobre casi dos metros de profundidad, está soportado por unos tubos sin soldadura, de 75 milímetros de diámetro exterior, rectilíneos en la parte que soporta los mate-

Fig. 1.^a

rido, y una superficie de calefacción de 430 metros cuadrados. Las dimensiones de la nueva máquina Pacific son las indicadas en el siguiente cuadro que también contiene las de la Mikado:

	Locomotora Pacific «K4S».	Locomotora Mikado «L'S».
Longitud total, metros.....	15,000	15,087
Superficie de apoyo total, ídem	11,024	11,086
Diámetro de las ruedas motoras, ídem.....	2,03	1,57
Número de ejes motores....	3	4
Superficie de apoyo de las ruedas motoras, metros...	4,210	5,200
Diámetro de las ruedas anteriores, ídem.....	0,914	0,838
Idem id. posteriores, ídem...	1,270	1,270
Idem de los cilindros, ídem.	0,685	0,685
Recorrido de los émbolos, ídem.....	0,711	0,762
Diámetro interior mínimo de la caldera, ídem.....	1,946	1,946
Número y diámetro exterior de los tubos.....	236 de 57 mm. 40 de 140 — 160 de 38 —	236 de 57 mm. 40 de 140 — 160 de 38 —
Longitud de los tubos, metros.	5,790	5,790
Idem interior de la caja de fuego, ídem.....	3,200	3,200
Anchura interior de la caja de fuego, ídem.....	2,080	2,080
Superficie de calefacción: hogar, metros cuadrados....	29,271	29,271
Idem id.: tubos, ídem id....	346,63	346,63
Idem de los recalentadores, ídem id.....	159,80	159,80
Idem de calefacción total, ídem id.....	535,70	535,70
Idem de rejilla, ídem id....	6,50	6,50
Relación de la superficie de calefacción a la de rejilla.	82,37	82,37
Presión del vapor, kilogramo por centímetro cuadrado...	14,40	14,40
Peso total de la máquina, kilogramos.....	140.080	145.475
Idem sobre el truck director, ídem.....	24.300	13.425
Idem sobre los ejes motores, ídem.....	91.550	108.950
Idem sobre las ruedas posteriores, ídem.....	24.230	23.100
Esfuerzo de tracción, siendo la presión en los cilindros 0,85 de la presión en la caldera.....	20.165	27.880
Relación del peso adherente al esfuerzo de tracción....	4,54	3,91

Se ve que la superficie de calefacción es considerable: 536 metros cuadrados, así como la de rejilla: 6,50 metros cuadrados, y que las dimensiones del aparato de evaporación son las mis-

males refractarios, y curvos en la parte exterior, para facilitar la dilatación.

Las máquinas Mikado, del tipo 2-8-2, llevan una bogia directora, ocho ruedas motoras de 1,57 metros de diámetro, y un eje portador detrás. La figura 2.^a muestra la disposición de esta locomotora.

El aparato de evaporación es idéntico al de la máquina precedente, y los cilindros motores no difieren más que por un ligero alargamiento del recorrido con relación a los de la Pacific.

En ambas locomotoras la cabina del mecánico es más corta que en las otras locomotoras del Pennsylvania. Sin embargo, la posición de los diversos órganos de maniobra es en cuanto es posible idéntica, a fin de facilitar al mecánico el paso de una máquina a otra.

Los cilindros llevan grandes prolongaciones laterales que permiten fijarlos a los largueros por una parte y por otra a la caja de humos. Los cilindros son de fundición y están guarnecidos interiormente por una cubierta de 19 milímetros de espesor, de metal más duro que la masa del cilindro. Esta práctica se ha adoptado corrientemente en el Pennsylvania Railroad, en el que se ha renunciado al empleo de cilindros de acero fundido.

Se asegura la distribución en ambos tipos de máquinas por unos émbolos-válvulas de 305 milímetros de diámetro. Los émbolos son de acero forjado: su espesor en la llanta es de 82 milímetros y llevan dos segmentos de 20 milímetros de espesor, también ranurados, de manera de actuar cada uno como un doble segmento.

La distribución es del sistema Walschaert.

Las máquinas se habían provisto primitivamente de un tender de 32 metros cúbicos de capacidad; pero ahora están generalmente acompañadas de un tender de 41 metros cúbicos.

Locomotora tipo Atlantic.—Las nuevas locomotoras tipo Atlantic del Pennsylvania Railroad, que se han puesto también en servicio en 1914, presentan interesantes disposiciones, cuya descripción hace M. Ch. D., tomándola de un estudio que monsieur Sauvage publica en el *Bulletin de la Société d'Encouragement*.

El tipo Atlantic está caracterizado por el empleo de un eje portador en la parte posterior de una máquina de dos ejes acoplados, con bogia en la parte anterior (fig. 3.^a).

Esta adición permite aumentar las dimensiones de la máquina y, principalmente, de su caldera, pero obliga a concentrar una carga muy grande sobre cada eje; por esta razón se ha preferido lo más a menudo hasta aquí el empleo de tres ejes acopla-

dos para la gran velocidad, es decir, las máquinas Pacific de que acabamos de hablar.

Como están admitidas en las vías principales del Pennsylvania Railroad cargas de 30.000 kilogramos por eje, se ha conservado en este ferrocarril el tipo Atlantic con un peso adherente de 60 toneladas. De esta máquina se han construido dos variantes, en 1912 y en 1914.

Para evaluar la fatiga de los carriles no es sólo la carga estática la que se debe considerar, sino que es necesario tener en

esta máquina y termina refiriendo los ensayos que con la misma se han hecho y de los cuales vamos a dar una breve noticia.

Los ensayos se han verificado en el laboratorio de Altoona que, según hemos dicho, está perfectamente equipado para obtener todo género de datos con admirable precisión.

El nuevo tipo de locomotora Atlantic ha sido objeto de una serie de treinta ensayos cuyos resultados principales exponemos a continuación.

El consumo de carbón por caballo indicado ha variado de

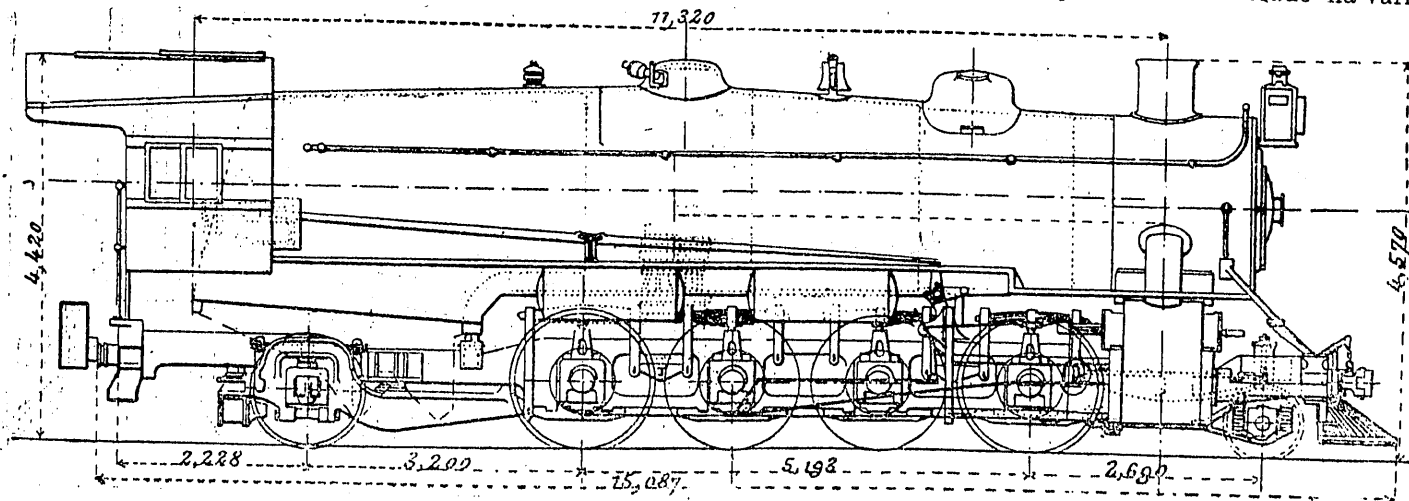


Fig. 2ª

cuenta las sobrecargas periódicas que resultan de las perturbaciones verticales.

En el estudio de la nueva máquina se ha tratado de reducir estas sobrecargas, principalmente alargando en cuanto es posible las piezas de movimiento rectilíneo. A la velocidad de 112 kilómetros por hora, la sobrecarga no llega al 30 por 100 de la carga estática, y el máximo que resulta no sobrepasa al que se observa en ciertas locomotoras americanas que pesan 4 ó 5 toneladas menos por eje.

Las dimensiones de esta locomotora se indican en el cuadro siguiente:

Longitud total de la locomotora, metros.....	12,585
Diámetro de las ruedas motoras, idem.....	2,032
Peso total en servicio, toneladas.....	109
Idem adherente, idem.....	60,5
Superficie de rejilla, metros cuadrados.....	5,2
Idem de calefacción del hogar, comprendiendo los tubos soportes de bóveda, idem id.....	21,6
Idem de id. de los tubos, contada sobre el lado en contacto con el agua, idem id.....	244,4
Idem del recalentador, contada sobre el lado en contacto con los gases de la combustión, idem id.....	75
Idem total, idem id.....	341
Idem id., contada sobre el lado en contacto con los gases de la combustión, idem id.....	316
Presión efectiva máxima, kilogramo por centímetro cuadrado.....	14,5
Número de tubos ordinarios.....	212
Diámetro exterior de los tubos ordinarios, metros.....	0,051
Número de tubos del recalentador.....	36
Diámetro exterior de los tubos del recalentador, metros.....	0,136
Longitud entre placas tubulares, idem.....	4,570
Diámetro de los cilindros, idem.....	0,597
Recorrido de los émbolos, idem.....	0,660
Diámetro de los distribuidores cilíndricos, idem.....	0,305
Altura del eje de la caldera sobre los carriles, idem.....	2,997
Idem máxima, idem.....	4,575
Diámetro máximo exterior del cuerpo cilíndrico, idem.....	2,126

Las máquinas de 1914 difieren de las de 1912 principalmente por el alargamiento de los tubos, de 4,180 a 4,570, alargamiento que ha aumentado notablemente la producción de la caldera a grandes velocidades, por el aumento del diámetro de los cilindros, 597 milímetros en lugar de 559, por un peso total un poco mayor combinado con una reducción del peso adherente que pasa de 63.500 a 60.500 kilogramos.

El autor se extiende en gran número de detalles acerca de

0,74 a 1,60 kilogramos. La cantidad de agua evaporada por kilogramo de carbón ha variado de 5,40 a 10,34 kilogramos. La cantidad de hulla quemada por metro cuadrado de rejilla ha variado de 131 a 735 kilogramos. El rendimiento de la caldera ha llegado a 90,36 por 100 y su mínimo ha sido de 48,49 por 100. En fin, el rendimiento de la máquina con relación al ciclo de Rankine, ha variado entre 59,8 por 100 y 76,9 por 100.

En el hogar la depresión ha variado de 12 a 89 milímetros de agua, habiéndose alcanzado este último valor en un solo ensayo. En el cenicero ha oscilado entre 2 y 10 milímetros de agua.

La temperatura de los gases en la caja de humos se ha mantenido entre 250 y 350°; aun ha sido menor durante los cinco primeros ensayos, hechos con un tiro débil. Estas temperaturas moderadas indican una buena utilización del calor producido. La gran reducción del rendimiento de la caldera cuando la cantidad de hulla quemada excede de 500 kilogramos por metro cuadrado y por hora, indica, pues, principalmente una combustión incompleta. En otros términos, la superficie de calefacción es suficiente para el régimen de combustión que conviene no sobrepasar.

Es digno de notar que la temperatura del vapor recalentado se ha encontrado superior a la de los gases en la caja de humos, salvo en los ensayos a tiro forzado. Sin embargo, la temperatura del vapor debería compararse con la de los gases que salen de los tubos gruesos, que es más elevada que la de los gases de los pequeños tubos.

En los ensayos hechos en Altoona con la máquina del tipo 1912 se midieron estas temperaturas: en los tubos gruesos sobrepasaban en 60 a 110° a las de los pequeños tubos.

Las calorías utilizadas por la caldera se calcularon, según las tablas de vapor de agua, absolutamente precisas para el vapor saturado, peor fijadas, sin embargo, para el vapor recalentado.

La cantidad de calor tomada por el recalentador es casi siempre inferior a la décima parte de la cantidad total tomada por la caldera.

La cantidad de hulla quemada ha excedido de 500 kilogramos por metro cuadrado de rejilla y por hora en ocho ensayos. Con una combustión tan activa, el rendimiento de la caldera (relación de la cantidad de calor que utiliza a la cantidad total de calor disponible en el combustible) baja mucho; el examen

del peso de agua evaporada por kilogramo de combustible pone en evidencia, bajo otra forma, el mismo hecho.

Esta reducción del rendimiento consiste, principalmente, en que la combustión viene á ser incompleta. Se encuentra óxido de carbono en la caja de humos y arrastre excesivo de residuos. Este arrastre no ha sido medido en los experimentos con la má-

En resumen, dice el autor del artículo conforme con la opinión de M. Sauvage, este tipo de máquina es interesante por sus dimensiones, su gran potencia y su pequeño gasto de combustible y de vapor. Constituye un ejemplo notable de la actual práctica americana en la construcción de locomotoras. Varios detalles de construcción son ciertamente dignos de señalarse, y

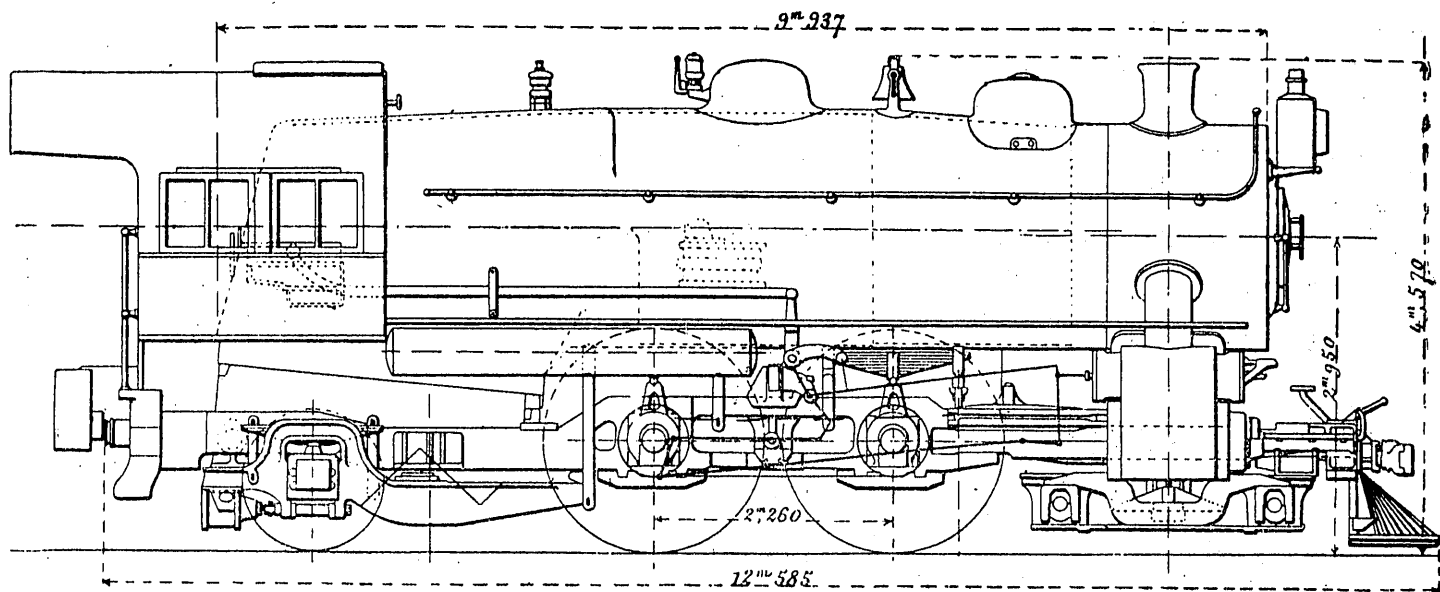


Fig. 3.ª

quina de 1914. Pero en los ensayos con la de 1912, los residuos fueron recogidos en una vasta cámara donde desembocaba la chimenea: su peso llegó, en las grandes velocidades, á la séptima parte del peso cargado sobre la rejilla.

En el análisis de los gases de la combustión no se han tenido en cuenta los hidrocarburos, de los que no se encuentran, en general, más que huellas.

La hulla empleada en los ensayos tenía un poder calorífico de 7.850 á 7.960 calorías por kilograma de hulla y su composición era la siguiente:

Carbono fijo.....	58,45
Materias volátiles.....	33,65
Humedad.....	1,54
Cenizas.....	6,36
TOTAL.....	100

La presión en la caldera se ha mantenido siempre regularmente al máximo (14,5 kilogramos por centímetro cuadrado) ó muy cerca de este máximo.

El paso por el recalentador da lugar á una caída de presión de un cuarto á tres cuartos de kilogramo por centímetro cuadrado.

La temperatura del agua de alimentación era de 17 á 23°.

El máximo de la potencia indicada ha sido de 2.390 caballos; en ensayos ulteriores ha llegado á 2.500 caballos.

La temperatura del vapor en la cañería de escape ha indicado á menudo un cierto recalentamiento; se puede concluir que el recalentamiento inicial, aunque en general moderado, era suficiente.

En servicio, la potencia desarrollada en el gancho de unión es menor, porque del esfuerzo en la llanta hay que restar las otras resistencias de la locomotora distintas del mecanismo.

Excepto en los ensayos á débil potencia, la potencia efectiva está comprendida generalmente entre el 80 y el 90 por 100 de la potencia indicada, y aun excede del 90 por 100. Algunas relaciones particularmente elevadas pueden considerarse como dudosas.

A pequeña velocidad, el esfuerzo de tracción ha llegado á 14 toneladas, esfuerzo que corresponde á una adherencia de $\frac{1}{4}$.

la Memoria de los ensayos, que reproduce el mencionado *Bulletin de la Société d'Encouragement*, suministra una serie de datos precisos.

Construcción de dos presas sobre el Ohio (Estados Unidos).

Estas presas, descritas por el *Engineering Record*, se han construido durante dos estaciones, á pesar de las dificultades causadas por las crecidas del Ohio; la diferencia entre las altas y las bajas aguas excede de 18,30 metros.

La mejora del Ohio entre Pittsburgh y Cairo comprende el establecimiento de cincuenta y cuatro presas de esclusas. Veinte se encuentran ya en servicio; otras seis están terminadas, pero no poseen todavía todo el material; en fin, ocho están en vías de construcción.

Los carruajes automotores en los ferrocarriles americanos.

Estudio publicado por M. H. Marchand en la *Industrie Electrique* sobre los carruajes automotores americanos. El autor los clasifica en carruajes automotores de bencina, de transmisión mecánica y de transmisión eléctrica y carruajes de acumuladores.

Alumbrado de las estaciones generadoras.

Artículo publicado por M. Samuels en *The Electrical World*, en el que se estudia el alumbrado de las diferentes partes de las estaciones centrales: sala de máquinas, sala de calderas, cuadro, batería de acumuladores, etc., etc.

Resultado de los ensayos de un turbo-generador de 30.000 kilovatios.

Artículo publicado en *The Electrical World*, en el que se exponen los resultados obtenidos en los ensayos verificados con un turbo generador trifásico de 30.000 kilovatios, de la estación de la 70.ª avenida de la Interborough Rapid Transit Company, de Nueva York. Los ensayos se han efectuado para cargas que variaban entre 16.000 y 32.000 kilovatios. El rendimiento térmico obtenido llegó, próximamente, al 30 por 100.