

Ferrocarril Central del Brasil.—Construcción de 46 kms. de segunda vía

POR

FRANCISCO MARDONES

El ferrocarril Central del Brasil es, tal vez, el más importante de esta República, no sólo por la intensidad de su tráfico sino también por las características de su trazado y por el número e importancia de sus obras de arte.

La construcción de este ferrocarril fué iniciada el año 1855 por una empresa particular a la sombra de la ley de 1852 que otorgó garantía de intereses para la concesión de algunas vías férreas. Más tarde, en Mayo de 1865, y cuando sólo había 133 kms. en explotación, el Estado rescató amigablemente la concesión para dar a este ferrocarril el impulso que el país reclamaba y para constituir con él la primera línea del Estado. Desde entonces ha venido ampliándose esta red con prolongaciones y ramificaciones hasta el presente en que tiene más de dos mil kilómetros de extensión, de los cuales unos 725 kms. son de 1,60 m. de ancho y los restantes de 1 m.

La red de este ferrocarril tiene su punto inicial en Río Janeiro; se desarrolla hacia el Poniente por terrenos anegadisos y sin obras importantes en los primeros 62 kms., franquea, entre los kms. 62 y 108, la Cordillera del Mar por un trazado dificultoso, pletórico en obras de arte, grandes terraplenes con muros de sostenimiento, cortes profundos, etc. Atravesada esta Sierra, la línea se bifurca en la Estación de Barra do Pirahy en dos grandes brazos: el uno que remonta el río Parahiba, internándose en el estado de San Paulo, hasta llegar a la ciudad de este nombre, y el otro que desciende el mismo río y recorre territorios de los Estados de Río Janeiro y Minas Geraes, siguiendo hasta la catarata de Pirapóra del río San Francisco.—Diversos ramales complementan esta arteria principal, constituyendo el factor más importante del desarrollo de los tres Estados: Río Janeiro, Minas Geraes y San Paulo.

La contextura misma de esta red hacía presumir que, tarde o temprano, el trozo común comprendido entre la estación central (Río Janeiro) y la de Barra do Pirahy (punto de bifurcación de las dos grandes arterias principales) había de requerir vía doble.—Hace algún tiempo la segunda vía fué establecida en los primeros 62 kms., o sea entre las estaciones Central y Belém, sin que pudiera obte-

nerse de ella todo el beneficio deseable puesto que entre Belém y Pirahy (46 kms.) las condiciones técnicas de la línea no permitían un tráfico tan intenso como el que se exigía ya del ferrocarril. La duplicación de la vía en el trozo mencionado se imponía, pues, con caracteres cada vez más imperiosos a medida que se acentuaban las exigencias del tráfico, en progresión siempre creciente.

Ya desde 1880 se ajitó la idea de construir esta doble vía. Tal vez las grandes dificultades del trazado actual indujeron a adoptar como solución la de construir una segunda vía férrea que partiendo de la Estación Palmeiras (km. 82) llegaba a Paty (km. 170) en la línea a Minas Geraes y prolongación.

En 1883 una comisión especial acometió el estudio de este problema presentando una nueva solución. El trazado tenía origen en Belém y en su segunda parte concordaba con la solución estudiada anteriormente.

En 1895 realizáronse nuevos estudios adoptándose un nuevo trazado que partía de Paracamy, extremo de un ramal que tiene su origen en la estación Belém y que se separa de la línea tronco en el km. 65, hoy día Estación «Guedes da Costa», y desarrollándose por el lado izquierdo seguía hasta la estación Santa Ana, pasando por la ciudad de Pirahy.

En 1898 se practicaron nuevos estudios, adoptándose como solución el trazado existente con todos los túneles en segunda galería paralela a la primera y a la distancia de 20 metros entre ejes, salvo en los casos en que el terreno era de roca dura en que se admitía reducir la distancia a 10 m.

El Director del Ferrocarril Dr. Pereira Passos decía en su memoria anual correspondiente a 1897: «Entre Belém y Barra do Pirahy se dió principio a los estudios necesarios para la duplicación de la línea y espero que el proyecto definitivo podrá terminarse en el curso del año».

«Esta obra que no podrá ser ejecutada en menos de cinco años y para la cual se requieren fondos especiales, es de urgente necesidad. Para comprenderlo basta tener a la vista lo siguiente»:

«1.º La capacidad de transporte entre Belém y Barra, en el sentido ascendente, está limitada al máximo de 2 500 toneladas de carga en las 24 horas, y el ferrocarril está ya obligado a subir en esta zona 2 500 toneladas por día».

«2.º Algunos túneles fueron mal revestidos y otros no lo fueron donde debían serlo. Las reparaciones cuestan actualmente muy caro y no pueden efectuarse sino con mucha lentitud. Así es como se trabaja en el túnel grande desde hace más de 18 años y aún queda allí mucho por hacer. Es preciso construir la segunda línea para poder reparar convenientemente ese y otros túneles. Además, en el caso de interrupción de tráfico en un túnel, la segunda línea permitirá efectuar el movimiento en ambos sentidos».

«Duplicada la línea, la capacidad de transporte se elevará a más de diez veces la actual».

Desde entonces hasta 1913 la cuestión había venido postergándose. Resuelta en ese último año la construcción de esta segunda vía, no se adoptó, sin embargo,

ninguna de las soluciones anteriormente indicadas, pues sobre cualquiera otras ventajas, se ha considerado, con razón, que primaban las que ofrece la simple duplicación de la vía según el actual trazado. La realización de este proyecto, del entonces Director del Ferrocarril Central, el reputado ingeniero don Paulo de Frontin, ofrece las tres ventajas siguientes:

1.º Un menor aumento en los gastos de conservación de la vía y en los del tráfico con respecto al que hubiera exigido un trazado independiente.

2.º Permitía mejorar considerablemente el galibo de las principales obras de arte, entre las cuales había 16 túneles y 7 puentes, dejando así la línea preparada para el caso de una futura electrificación.

3.º Respetaba los intereses creados en las poblaciones que se han establecido y desarrollado a lo largo de la línea antigua.

Esta solución, si bien muy ventajosa desde el punto de vista de la explotación futura de la línea, ofrecía dificultades enormes por la naturaleza del terreno y el gran número de obras de arte. A estas dificultades se han agregado las que se derivan de la necesidad de realizar los trabajos sin perturbar el tráfico, cuestión de capital importancia dado el papel que representa este ferrocarril en el abastecimiento de la Capital Federal y de las numerosas poblaciones que sirve.

Otra circunstancia importante de considerar ha sido el corto plazo de 17 meses destinados a la ejecución de las obras.

Los trabajos se iniciaron en Junio de 1913, atacándose en varios puntos simultáneamente, y se terminaron el 10 de Noviembre de 1914. A pesar de las grandes precauciones empleadas, se produjo cuatro interrupciones de tráfico de las cuales la mayor fué sólo de cuatro días.

El ensanchamiento de la plataforma de la vía se realizó, sea a la derecha, sea a la izquierda, teniendo principalmente en cuenta obtener un minimum de movimiento de tierras y no tocar las obras de consolidación de los cortes existentes en los terrenos de mala clase. En muchas partes fué necesario construir muros de sostenimiento en su mayor parte de piedra en seco. De los 735 metros lineales que comprenden los 23 muros de esta naturaleza solo 163 m. l. son de albañilería, y 19 m. l. de concreto armado; el resto es de piedra en seco con altura variable entre 3,50 m. y 7 m. Excepcionalmente hay uno de 12 m. de alto y constituido de piedra en seco.

En algunos puntos el ensanchamiento de la plataforma se hizo hacia ambos lados, principalmente en aquellos en que la línea nueva pasaba de la derecha a la izquierda de la antigua o vice-versa.

Para una distancia de 3,74 m. entre ejes de vías se adoptó para la plataforma un ancho de 8 m. en los terraplenes y de 8,50 m. en los cortes.

Los trabajos más importantes desde muchos puntos de vista, son los que se relacionan con el ensanchamiento de los túneles. En la extensión de los 46 kms. comprendidos entre las estaciones de Belém y de Pirahy en que se duplicó la línea, había 16 túneles con un largo total de 5504,43 m. De estos 16 túneles, uno fué

abandonado introduciéndose una variante en el trazado, otro fué transformado en corte, doce fueron ensanchados para dar cabida a las dos vías, y sólo dos de ellos se conservaron construyéndose túneles independientes para la segunda vía.

El cuadro siguiente dá algunos detalles sobre el particular.

| Núm. n/n | Ubicación Km. | TÚNELES EXISTENTES | | TÚNELES NUEVOS | | OBSERVACIONES |
|-----------------|----------------------|--------------------|-----------|----------------|-----------|---|
| | | LONGITUD | | LONGITUD | | |
| | | Total | Revestida | Total | Revestida | |
| 1 | 72,6 | 294,05 | 94,00 | 258,25 | 18,00 | Enanchado a la izquierda. id. id. Abandonado. Sin modificación. Nuevo, independiente. Sin modificación. Nuevo, independiente. Transformado en corte. |
| 2 | 74,5 | 307,35 | 89,00 | 307,35 | 55,00 | |
| 3 | 76,3 | 115,90 | 115,90 | ..... | ..... |  |
| 4 | 76,6 | 126,50 | 104,50 | 129,75 | 61,75 | |
| 4a | 78,2 | 102,05 | 76,75 | 25,00 | 7,50 | |
| 5 | 78,8 | 119,40 | 119,40 | 119,00 | 119,00 | |
| 6 | 79,2 | 115,50 | 115,50 | 115,50 | 115,50 | |
| 7 | 80,8 | 477,40 | 282,00 | 461,50 | 169,50 | |
| 8 | 82,3 | 124,55 | 124,55 | 96,50 | 96,50 | |
| 9 | 82,6 | 215,50 | 112,00 | 198,25 | 46,00 | |
| 10 | 83,1 | 227,00 | 86,00 | 212,50 | 80,00 | |
| 11 | 84,2 | 660,30 | 372,50 | ..... | ..... |  |
| 11 bis | 84,2 | ..... | ..... | 630,30 | 258,80 | |
| 12 | 88,2 | 2233,60 | 1190,00 | ..... | ..... |  |
| 12 bis | 88,2 | ..... | ..... | 2245,70 | 540,00 | |
| 13 | 90,1 | 91,28 | 91,28 | ..... | ..... |  |
| 14 | 97,5 | 80,45 | 68,20 | 74,80 | 40,00 | |
| 15 | 104,3 | 213,20 | 213,20 | 216,10 | 216,10 | |
| TOTAL..... | | 5504,43 | 3254,78 | 5120,50 | 1823,65 | |

En definitiva, se tiene hoy 2.214,50 m. de túnel para vía doble y 2.906,00 m. de túnel para vía simple.

La sección adoptada para los nuevos túneles de vía doble se caracteriza por un ancho de 8 m. a 8,50 m. libres entre pié derechos, y de 5,50 de altura libre sobre el riel en el eje de cada vía. La altura en el eje de la entrevía depende de la altura del pié derecho aprovechado y de la forma del arco.

El túnel número 1, en curva compuesta de 300 m. y 280 m. y en rampa de 18,5‰ se encuentra en roca de la mejor calidad; se ensanchó hacia la izquierda, es decir del lado exterior de la curva, y se redujo su longitud en 36,60 m. repartidos en ambas bocas. El orden adopta lo fué de arriba hacia abajo; es decir que se ensanchó primero la parte correspondiente a la bóveda y después la correspon-

A Sn Paulo A Minas Geraes

FERROCARRIL CENTRAL DEL BRASIL

Construccion de la 2ª via en
la Cordillera del Mar

Francisco Marcondes

Barra do Pirahy K. 108

K. 105

T. 15

Santa Ana

K. 100

T. 14

MORSING

K. 95

MEENDES

Paradinha

T. 15

OTTONI

T. 12

K. 85

RODEIO

T. 11

T. 10

T. 9

T. 8

Palmeiras

T. 7

T. 5

Scheid

K. 80

T. 4a

T. 6

T. 3

T. 4

Serra

K. 75

T. 2

T. 1

ORIENTE

K. 70

A Paracambi

ELLISON

K. 65

GUEDES DA COSTA

K. 62

BELEM

A Rio Janeiro

diente al pie derecho, con el objeto de reducir al minimum las probabilidades de derrumbes y de evitar en cuanto fuera posible el empleo de andamios.

El túnel número 2, en recta, excepto en su boca superior que está en curva, se encuentra en un terreno que en su mayor extensión es de tan buena calidad como el del túnel número 1. En las bocas se encontraba la roca en estado de descomposición, por lo que fué necesario revestir una parte del túnel a medida que se verificaba el ensanchamiento. Como en el caso anterior, el ensanche se hizo hacia la izquierda.

El túnel número 3 fué abandonado. El año 1883 un gran escurrimiento de tierras destruyó el revestimiento de este túnel, y para restablecer el tráfico fué necesario construir una variante provisoria. Dada la naturaleza del terreno se consideró que el ensanche de este túnel habria de exigir mucho tiempo y resultar excesivamente costoso. Se decidió, pues, utilizar parte de la antigua variante, para lo cual fué necesario hacer un gran terraplén y ensanchar considerablemente el antiguo corte. Dicho terraplén debió limitarse con un muro de sostenimiento de 41 metros de longitud de 5 m. a 12 m. de altura, construido totalmente de piedra en seco, con un ancho de 2,70 en la base. La sección horizontal de este muro es circular.

El desarrollo de la variante es prácticamente el mismo que el del trozo de vía abandonado y el radio de las curvas no inferior al mínimo existente en el resto de la línea.

Se ha dejado empalmada la línea abandonada para la explotación a fin de utilizarla como refugio de los trenes lastreros o para utilizar el viejo túnel como depósito de materiales.

El túnel número 4 fué ensanchado hacia la derecha. Estaba abierto en roca de mediana calidad que en los extremos se encontraba en descomposición muy avanzada. Se hizo necesario revestir estos extremos a medida que se practicaba el ensanchamiento. Casi al terminarse los trabajos se produjo en la boca Oriente o inferior un derrumbe de tal consideración que ocasionó una paralización de tráfico de 4 días.

El túnel número 4 a., abierto en roca de muy buena calidad, fué ensanchado hacia la izquierda. Ampliando ligeramente los cortes vecinos a las dos bocas, pudo reducirse su longitud de 102,50 m. que antes tenía a sólo 25 m., revistiéndose la boca superior con concreto en una extensión de 7,50 m.

El túnel número 5 fué ensanchado de una manera diversa a la empleada en los anteriores en vista de la clase de terreno, casi en su totalidad arenoso y falto de cohesión, y principalmente en vista del estado de conservación del revestimiento del túnel que no permitía aprovechar ni uno ni otro de sus pies derechos.

El ensanche se practicó hacia ambos costados, conservándose el eje de la galería y aprovechándose el revestimiento de ésta como apoyo de las enmaderaciones requeridas para el ensanche y para las cerchas empleadas en el revestimiento del nuevo túnel.

Los pies derechos del nuevo túnel se construyeron de cemento armado; en los primeros 20 metros, a contar desde ambos extremos, la bóveda es de cemento armado y en el resto de concreto. El revestimiento del viejo túnel, que quedaba enteramente libre dentro de la sección del nuevo y servía de protección al tráfico, se fué demoliendo a medida que avanzaba el revestimiento de este último.

El túnel número 6, que como el anterior está abierto en terreno delesnable, se ensanchó hacia la derecha, aprovechándose el pie derecho del costado izquierdo del antiguo revestimiento. En su totalidad el nuevo revestimiento es de cemento armado.

El túnel número 7 se encuentra parte en rampa de 0,01331 m. y parte en rampa de 0,01568; en planta es una curva compuesta de 320 y 335 m. de radio. Atraviesa terrenos de naturaleza muy variada: desde roca dura hasta tierra suelta.

El ensanchamiento se hizo hacia la izquierda o sea del lado interior de la curva. Los trabajos presentaron algunas dificultades a causa de importantes infiltraciones que en parte impusieron la construcción de arcos de cemento armado por encima del revestimiento definitivo.

El túnel número 8, parte en recta y parte en curva, se encuentra en terreno blando. Fué ensanchado hacia la izquierda y revestido con cemento armado.

El túnel número 9, en curva, se ensanchó hacia la izquierda sin emplear revestimiento sino en los 46 m. del extremo superior en donde el terreno es de tierra suelta, mientras que en el resto es de roca de buena calidad.

El túnel número 10 fué ensanchado hacia la izquierda en la boca superior y hacia la derecha en la inferior a causa de que los cortes adyacentes son muy altos en los costados opuestos. La planta de la vía que dentro del túnel estaba constituida por curvas de sentido opuesto en las bocas, ligadas por una recta, experimentó así una modificación, pero conservando su característica.

El túnel número 11 no experimentó modificación, porque a unos 8 m. sobre la generatriz superior de la bóveda corre un riachuelo. Esta circunstancia hacía peligroso para la continuidad del tráfico aumentar la altura de la sección y demoler el antiguo revestimiento. Se construyó, pues, un nuevo túnel al lado izquierdo del antiguo y a 11,22 m. de distancia entre ejes.

El túnel número 12, llamado el túnel grande, que es el más largo del Brasil, se conservó sin modificaciones. Para la segunda vía se construyó un nuevo túnel a 11,22 m. de distancia del existente. Se prefirió esta solución, no sólo por evitar posibles perturbaciones del tráfico sino que muy principalmente porque pudiéndose trabajar sin interrupción se aseguraba la terminación de la obra en el mismo plazo en que se realizaban las demás construcciones.

Para dar a los trabajos la actividad conveniente, se abrió 10 galerías transversales entre el túnel existente y el nuevo, por las cuales se extraía el material proveniente de las dos cabeceras de ataque que ofrecía cada galería. De este modo se utilizó la línea del túnel existente para transportar dicho material durante las horas en que lo permitía el tráfico de los trenes.

Este túnel abierto en su mayor parte en roca, se ha construido en sólo 14 meses; mientras que la construcción del túnel antiguo demoró 7 años y 4 meses. Esta diferencia de tiempo debe atribuirse tanto a la mejor dirección de los trabajos y destreza del personal, como a las maquinarias modernas empleadas ahora, y a las facilidades que ofreció el antiguo túnel como colector de las 10 galerías transversales que permitieron elevar a 22 las cabeceras de ataque.

La utilización del túnel existente para la construcción del nuevo pudo realizarse en gran escala merced al itinerario adoptado durante todo el tiempo de ejecución de las obras para la segunda vía. Según dicho itinerario los trenes de carga circulaban sólo durante la noche y dos trenes mixtos existentes fueron suspendidos, de modo que en el día sólo corrían los trenes de pasajeros. De este modo se pudo disponer durante el día de 8 horas de vía libre.

El túnel número 13 abierto en tierra atravesaba una puntilla de unos 30 metros de altura. Como el terreno era de fácil desagregación, tanto que su talud natural se mantenía alrededor de 1:1, se resolvió suprimirlo sustituyéndolo por un corte abierto para la doble vía.

El volumen de tierras por mover se calculó en 50 000 m.³; pero un gran derrumbe producido casi a la terminación aumentó esta cantidad en más de 9 000 m.³

El túnel número 14, abierto en roca, se ensanchó hacia la derecha construyéndose en ambos costados los pies derechos destinados a recibir más tarde una bóveda de revestimiento, pues la roca en principio de descomposición hace presumir que esta bóveda se impondrá dentro de algún tiempo.

El túnel número 15, abierto parte en roca y parte en tierra, fué ensanchado hacia la izquierda, y revestido totalmente con cemento armado. Derrumbes producidos en este túnel ocasionaron dos interrupciones de tráfico.

Las publicaciones del Brasil (1) que me proporcionan la mayor parte de las informaciones contenidas en la presente reseña dan algunos detalles sobre las instalaciones y maquinarias empleadas en los trabajos, materiales consumidos, procedimientos seguidos, etc., etc.; pero no indican las sumas invertidas en cada uno de los diversos túneles.

Aparte de los importantes trabajos a que hemos aludido, la construcción de la doble vía ha exigido realizar otros dignos de especial mención.

Ha sido necesario ensanchar y reforzar 8 puentes con un total de 26 tramos y una longitud en conjunto de 232 25 m. y 6 pasos superiores o inferiores; construir diversos edificios de estaciones, modificar y aumentar los desvíos y andenes, instalar nuevos estanques de agua, etc., etc.

(1) Noticia sobre a duplicação da linha na Serra do Mar. Estrada de Ferro Central do Brasil - 1914.

Brasil Ferrocarril—año V—N.º 82. Noviembre de 1914.

El costo total de construcción de esta doble vía ha sido, aproximadamente, de 12 000 contos que, al cambio de $16\frac{1}{2}$ d. por cada mil reis, representan unos \$ 10 800 000 oro de 18 d.

Esta suma arroja un costo por kilómetro de unos 235 000 pesos oro de 18 d.

Con justísima razón ha sido muy aplaudido, entre los ingenieros del Brasil, el éxito alcanzado en la ejecución de esta obra por el Director del Ferrocarril Central, don Paulo de Frontin, y por los ingenieros que han tenido más directamente a su cargo la dirección o la supervigilancia de los diversos trabajos.