

Construido el canal transversal y puesto en explotación, no se desaguó el embalse del Villar, y desde Octubre del año 1911 hasta los primeros días de Noviembre de 1915 se tomaron sin interrupción en el embalse del Villar aguas de superficie, evitando que los sedimentos del embalse fueran arrastrados por las aguas que abastecen á Madrid, puesto que la toma de agua se hace á 28 metros del fondo ordinariamente y á 15 cuando el embalse disminuye ó baja á una cota inferior á 28 metros, pero no del fondo.

Pensábamos seguir la explotación en estas condiciones hasta que construida la presa de Puentes Viejas y el canal de unión de esta presa con la del Villar (obras que están en construcción), nos permitiera poder realizar una verdadera limpieza en el embalse del Villar, puesto que pudiendo quedar entonces garantizado el abastecimiento de aguas de Madrid sin la intervención del embalse del Villar, aprovechando esta circunstancia especialísima de poder dejar este embalse fuera de servicio todo el tiempo que sea preciso, podremos proceder á la limpieza hasta hacer que desaparezcan de él hasta los menores vestigios de sedimentos, y una vez conseguido esto, dejando entrar en el embalse sólo aguas claras, y teniendo en cuenta que su fondo es de roca granítica sin indicio alguno de vegetaciones, podrá entonces asegurarse que el servicio de abastecimiento de aguas de Madrid no tendrá que envidiar á ninguno de los hoy establecidos en las demás capitales importantes.

El Ingeniero-Director,  
R. DE AGUINAGA.

(Continuad.)

## Medida de la utilidad de los ferrocarriles <sup>(1)</sup>

POR

ALFREDO PICARD

Miembro del Instituto, Vicepresidente del Consejo de Estado.  
é Inspector general de Ponts et Chaussées.

*Aplicación del método de Dupuit.* — Generalmente el método de Dupuit es de muy difícil aplicación, por falta de conocimiento suficiente de la relación entre las tarifas y el tráfico. Existe en ello una ley de variación, respecto á la cual se poseen muy pocos datos experimentales, aun en los ferrocarriles ya en explotación durante muchos años. En efecto, las tarifas que sirven de base á la tasación solamente han variado dentro de límites relativamente restringidos, y las modificaciones sobrevenidas en la importancia de la circulación se debían á causas múltiples, complejas, entre las cuales es casi imposible averiguar la influencia directa de las tarifas.

De cualquier modo que sea, presentamos un ejemplo de cálculo aproximado, dado á título de simple indicación. Se refiere al total de los ferrocarriles de interés general en explotación en 1910.

Según las estadísticas oficiales del Ministerio de Obras públicas de Francia, la longitud media en explotación fué de 40.484 kilómetros; el gasto kilométrico de primera instalación en 31 de Diciembre de 1909 puede calcularse, aproximadamente, en unos 465.800 francos, á saber:

Gastos de las Compañías (2).....	337.700 francos.
Participación del Estado ó de las localidades en dinero ó en obras.....	128.100 »
TOTAL.....	465.800 »

(1) Extracto del cap. III de la segunda edición de la obra de A. Picard, titulada *Los ferrocarriles* (historia, resultados generales de la apertura de los ferrocarriles, competencia entre sí de los mismos y con la navegación).

(2) Para la antigua red del Estado, precio de reversión de las antiguas concesiones; gastos de construcción y de terminación; gastos complementarios.

Los principales elementos y resultados de explotación se clasifican en esta forma:

Carga kilométrica de los capitales comprometidos por las Compañías (1).....	17.150 frs.						
Idem íd. aproximada correspondiente á la participación del Estado y de las localidades.....	6.400 »						
Gasto kilométrico de explotación.....	27.000 »						
Número de viajeros en distancia entera	<table> <tr> <td>Cantidad real.....</td><td>417.600</td></tr> <tr> <td>Cantidad ficticia correspondiente á la transformación de las accesorias en unidades-viajeros, en prorrateo del ingreso.....</td><td>152.600</td></tr> <tr> <td></td><td>570.200 »</td></tr> </table>	Cantidad real.....	417.600	Cantidad ficticia correspondiente á la transformación de las accesorias en unidades-viajeros, en prorrateo del ingreso.....	152.600		570.200 »
Cantidad real.....	417.600						
Cantidad ficticia correspondiente á la transformación de las accesorias en unidades-viajeros, en prorrateo del ingreso.....	152.600						
	570.200 »						
Tarifa media kilométrica de viajeros.....	3,46 cts.						
Ingreso kilométrico de gran velocidad.....	20.000 frs.						
Producto kilométrico por el impuesto sobre gran velocidad.....	1.800 »						
Producto por unidad-viajero por el impuesto sobre la gran velocidad.....	0,32 cts.						
Número de toneladas de mercancías en distancia entera	<table> <tr> <td>Cantidad real.....</td><td>543.000</td></tr> <tr> <td>Cantidad ficticia correspondiente á la transformación de las accesorias en toneladas de mercancías á prorrata del ingreso.....</td><td>29.700</td></tr> <tr> <td></td><td>572.700 frs.</td></tr> </table>	Cantidad real.....	543.000	Cantidad ficticia correspondiente á la transformación de las accesorias en toneladas de mercancías á prorrata del ingreso.....	29.700		572.700 frs.
Cantidad real.....	543.000						
Cantidad ficticia correspondiente á la transformación de las accesorias en toneladas de mercancías á prorrata del ingreso.....	29.700						
	572.700 frs.						
Tarifa media kilométrica de mercancías...	4,27 cts.						
Ingreso kilométrico de pequeña velocidad.....	24.450 frs.						
Ingreso kilométrico total, comprendido los diversos ingresos.....	45.100 »						
Producto kilométrico de los impuestos y de las economías realizadas por el Estado en algunos servicios públicos.....	7.550 »						

Admitiendo por aproximación como precio medio de transporte de viajeros por la vía terrestre el de 10 céntimos por kilómetro, no comprendido el impuesto, y el de 25 ó 30 por tonelada kilométrica de mercancías, si estas cantidades sufriesen un aumento de 10 céntimos la primera y 30 la segunda, anularían la utilidad, serían causa de la aniquilación de los ferrocarriles, aun teniendo en consideración las ventajas de velocidad y regularidad que presenta esta vía de transporte.

Por otra parte, en un cálculo que no tiene pretensiones de ser muy riguroso está permitido suponer que entre las tarifas efectivas y las límites, la reducción del tráfico es sensiblemente proporcional al aumento de la tarifa.

Por último, para no abordar cálculos embrollados, debe hacerse abstracción de las distintas tarifas de grande y de pequeña velocidad, y quedar en la hipótesis de una tarifa media y única, bien para viajeros y bien para mercancías.

Aceptadas estas previsiones, la utilidad relativa del kilómetro de ferrocarril de interés general en explotación en 1910 habría sido para los usufructuarios:

	Francos.
En lo que se refiere á la gran velocidad de $\frac{1}{3} \times 570.200 \times 0,10$ francos ó.....	28.510
En lo que se refiere á la pequeña velocidad de $\frac{1}{3} \times 572.700 \times 0,30$ francos ó.....	85.905
TOTAL.....	114.415

La relación entre la cantidad así obtenida y el importe del ingreso bruto es de 2,5.

En el conjunto, la utilidad relativa de la red de interés general habría excedido para los usufructuarios en 1910 de dos millares y medio de millones. Un cálculo análogo, tomando como base el año 1881, me había conducido anteriormente á una evaluación de un poco más de dos millares de millones. La simple

(1) Cargas calculadas, para la antigua red del Estado, á la tarifa ficticia de 4,50 por 10j.



mente unida la diferencia entre los precios normales de las dos categorías de vías, son los que se verificarían por medio de coche si no existiesen los ferrocarriles, y en la mayoría de los casos la economía se reduce á una fracción de esta diferencia, pequeña frecuentemente.

Abundan los hechos para confirmar la realidad de las ventajas indirectas que los ferrocarriles producen al país. Considère cita ejemplos típicos: instalación de fábricas siderúrgicas y aumento correlativo de la producción nacional, gracias á la aproximación virtual de las minas de hulla y hierro; desarrollo del cultivo debido á la influencia de la facilidad de la circulación de los productos; dar valor á muchas canteras y á yacimientos considerables de explotaciones mineras; desarrollo adquirido en la pesca marítima con la rapidez de las relaciones con los centros consumidores, etc.

Una discusión de los cambios progresivos ocurridos en la situación económica y financiera de Francia le inspira la convicción de que las ventajas indirectas de los ferrocarriles de interés general representan, por lo menos, dos veces y media el ingreso bruto de explotación, y que, desde luego, la utilidad total de estos ferrocarriles alcanza al triple del ingreso, más el beneficio de los concesionarios. Respecto á los ferrocarriles de interés local, rebaja la proporción del triple al dos y medio, pero la aplica á la totalidad del ingreso bruto obtenido, bien por sí mismas, bien por el de las líneas próximas, y alcanza en esta forma la proporción de seis veces su ingreso propio, no comprendidos los beneficios de explotación.

En definitiva, los gastos de construcción de los ferrocarriles económicos de interés local, cuyo ingreso cubre ó excede ligeramente el gasto de explotación, serían, aproximadamente, tan útiles por término medio á los intereses generales del país, como los de las grandes redes de interés general.

Buscando la forma en que se reparten entre los distintos interesados las ventajas de los ferrocarriles de interés local, Considère señala para la parte anual del Estado en los beneficios obtenidos en las líneas indicadas en el párrafo precedente, una suma que representa un mínimo del 5 por 100 de los gastos de primera instalación.

La Memoria, cuyas conclusiones acabo de citar, ha provocado una gran controversia entre Considère y el Consejero de Estado Colson, ex Director de ferrocarriles en el Ministerio de Obras públicas. Al cabo de algunos meses de su publicación apareció en los *Annales des Ponts et Chaussées* una primera nota de Colson, titulada: «La fórmula de explotación de M. Considère.—Algunas reflexiones respecto á esto sobre la utilidad de los ferrocarriles secundarios y sobre las tarifas».

Colson no daba de ningún modo como demostrado, que el tráfico conseguido en las líneas principales con los empalmes, diera un ingreso suplementario que excediese de las cuatro décimas partes del ingreso propio de estos empalmes. En efecto, para justificar esta proporción, sería preciso atribuir á los viajeros y mercancías recibidos ó exportados por las líneas secundarias, un recorrido igual á la media de los recorridos del tráfico francés; ahora bien, según toda probabilidad, el tráfico creado por los empalmes solamente efectuaba sobre las líneas principales un recorrido restringido; excepto algunas excepciones, este tráfico debía tener, particularmente, un carácter local.

La evaluación de las ventajas directas de la red de interés general para los usufructuarios, le parece á Colson muy insuficiente, porque supone la percepción por los concesionarios de tarifas que les permiten realizar el máximo de beneficios, cuando las tarifas reales eran ordinariamente muy inferiores á estas tarifas teóricas. Por el contrario, le parece que el cálculo peca por exceso

en lo relativo al tráfico local de las líneas secundarias, en consideración á las cargas del acarreo y más todavía, que el complemento de tráfico facilitado á las líneas principales sea la parte mayor de la economía conseguida con los ferrocarriles secundarios al sustituir al transporte en coche anteriormente necesario entre los puntos de exportación é importación con la red próxima.

«Si creyésemos —escribe— que para el tráfico propio de las grandes redes los beneficios directos del público son muy superiores á la mitad del ingreso realizado por el ferrocarril, y exceden, probablemente, la cantidad de este ingreso, nos inclinamos, por el contrario, á creer que para el tráfico de las líneas secundarias y para el tráfico conducido por éstas á las grandes líneas, el beneficio realizado por el público es relativamente mínimo.»

Pero las críticas de Colson se dirigen principalmente al cálculo de las ventajas indirectas, atribuidas al desarrollo industrial, agrícola y comercial. Considerar este desarrollo engendrado por el ferrocarril como un aumento de valor de la riqueza social es, según él, cometer una verdadera confusión. Sólo existe en ello, por lo menos dentro de una amplia medida, un traslado de capital y de mano de obra. ¿Podría, además, esperarse con la creación de líneas secundarias, transformaciones comparables á las facilitadas por las líneas principales?

Antes de contestar, Considère se dedicó á buscar estadísticas nuevas y laboriosas, así como á un minucioso estudio de varios de los asuntos tratados en el debate. Como resultado de ello, publicó una segunda Memoria en los *Annales des Ponts et Chaussées* al principio de 1894. El autor se ocupó principalmente en demostrar que sus primeros asertos, relativos al recorrido sobre líneas principales de viajeros ó mercancías de procedencia ó destino de las líneas secundarias, lejos de merecer el reproche de exagerados, quedaban debajo de la realidad. Finalmente, se limitaba á dos rectificaciones: aumento de la parte de efecto útil reconocido al tráfico viajero de los ferrocarriles de interés local; reducción de 2,5 á 2, de la relación entre la utilidad total de los ferrocarriles y el ingreso bruto creado sobre sus carriles ó sobre los de las redes próximas, no comprendido los beneficios de explotación. Por lo demás, sus conclusiones subsisten intactas.

En una réplica inmediata, Colson declara guardar pura y sencillamente sus conclusiones.

*Apreciación de Ledru.*—Este Ingeniero de grande y justa reputación, ex Director de la construcción en la Compañía del Este, en una pequeña nota (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1896), se dedica exclusivamente á establecer que la utilidad probable de un ferrocarril no puede hallarse por términos medios y que cada caso particular exige un estudio especial.

Clasifica las líneas en tres categorías: 1.º, las líneas *utiles*, que sin tener siempre un tráfico suficiente para cubrir sus propias cargas de primera instalación y explotación, constituyen un afluente provechoso á la red general y desarrollan la industria de la región que cruzan; 2.º, las líneas *útiles*, que no facilitan nada á la red general y que no tienen influencia apreciable en el desarrollo de la industria, y 3.º, las líneas *nocivas*, líneas de competencia, que no crean ninguna nueva relación de alguna importancia, no producen ningún nuevo interés apreciable, no hacen más que dividir un tráfico ya existente y aumentan las cargas de primera instalación y de explotación. De cada una de estas categorías cita en las líneas del Este un ejemplo característico.

Después de sentar en principio que en las investigaciones relativas á las líneas nuevas se debe tener en cuenta á la vez su ingreso propio y el contingente aportado á la red general, recomienda se elimine con atención los simples cambios de itinerario del tráfico.

Reconoce la muy amplia participación que tienen los ferro

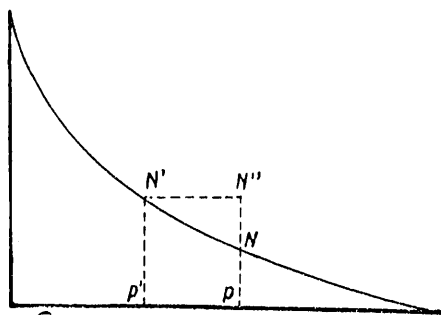
carriles en el enorme aumento de la riqueza del país. Hace observar que con la construcción progresiva de líneas de empalme con la red ha disminuido sin cesar el número de centros importantes que carecen de este servicio y que para las investigaciones relativas á la utilidad de las vías nuevas se impone el cuidado más minucioso posible.

*Apreciación de Legay.*—Merece también mencionarse una nota de este Ingeniero inserta en los *Annales des Ponts et Chaussées* (1896). Trata muy particularmente de la medida en que los Poderes públicos pueden racionalmente acordar su concurso á las Empresas de ferrocarriles.

Dice el autor que conceder á los ferrocarriles subvenciones en presupuesto es dotar de primas á los transportes que circulen por sus carriles. Esta observación constituye el punto de partida de los cálculos y de las deducciones de la Memoria.

Supone que la construcción de una línea se reemplace por la asignación, para cada elemento transportado, de una prima que represente la diferencia entre los precios de transporte por carretera y por ferrocarril, con el aumento deseado para tener en cuenta, por lo que respecta á los viajeros, las ventajas de la velocidad. En esta forma se realizarían los efectos directos é indirectos que se esperaban del ferrocarril. Así la aplicación de las primas virtuales, definidas precedentemente, á los viajeros y mercancías de diversas categorías de que se compondrá el tráfico anual probable, proporciona un límite superior de las subvenciones evaluadas en anualidades.

El autor toca el asunto de más cerca recurriendo al método de Dupuit y al trazado gráfico que la traduce. Para cada categoría de



transportes sometidos á una tarifa única, indica en abscisas los precios kilométricos sobre carretera y sobre carriles, y en ordenadas el tráfico existente y el tráfico descontado. Los vértices de las dos ordenadas  $N$  (transporte por carretera al precio  $p$ ) y  $N'$  (transporte por ferrocarril al precio  $p'$ ) pertenecen á la curva del tráfico.

Para dar á la carretera la circulación que se espera conseguir del ferrocarril, basta con tomar como prima de cada uno de los elementos del tráfico suplementario, no la diferencia total entre los precios  $p$  y  $p'$ , sino la diferencia entre el precio  $p$  y el precio máximo que el viajero ó la mercancía pueda soportar. El gasto total correspondiente á la asignación de las primas está, desde luego, representado por la superficie del triángulo curvilíneo  $NN'N''$ .

Si la suma de las primas virtual marca el límite superior de las subvenciones, ¿puede decirse inversamente que la creación de un ferrocarril sea siempre obra útil, cuando se respeta este límite? Legay se pronuncia de un modo general en el sentido afirmativo, pero reconociendo siempre la posibilidad de las circunstancias excepcionales que harían las economías de transporte inferiores á las primas virtuales.

Esta es en su fondo la doctrina de Legay. Expresa los resultados por medio de fórmulas y cálculos que se basan sobre diferentes hipótesis: asimilación de la curva del tráfico á una línea recta

entre los puntos  $N$  y  $N'$ ; valoración de los precios kilométricos de transporte por carretera á 10 céntimos para viajeros y á 25 por tonelada de mercancías; adición de 3 céntimos á la primera de estas cantidades á título de compensación por las ventajas de velocidad que presenta el ferrocarril; señalamiento de las tarifas kilométricas sobre carriles á 5,37 céntimos como media y á 4 como mínima para viajeros, á 8 céntimos como media y á 4 como mínima para mercancías; igualdad de los ingresos brutos del tráfico viajeros y del tráfico-mercancías, etc. Termina limitando las subvenciones á 69, á 51 y á 34 centésimas del ingreso bruto, según que el ferrocarril triplique el tráfico preexistente, lo doble ó lo aumente en una mitad. Bajo otra forma, haciendo abstracción del ingreso y relacionando las subvenciones con los gastos (cargas del capital y gastos de explotación), indica, por ejemplo, en el caso probable de duplicarse el tráfico, el límite de las 34 centésimas de estos gastos; el exceso (66 centésimas), deberá cubrirse con el ingreso.

*Apreciación de Colson.*—En sus muchos y valiosos trabajos, y especialmente en el curso de economía política de la Escuela Nacional de Ponts et Chaussées (lib. VI), el Consejero de Estado Colson, miembro del Instituto, y cuya gran autoridad está universalmente reconocida, se ocupa extensamente de la utilidad de las vías de comunicación.

Divide en dos categorías muy distintas los beneficios susceptibles de ser alcanzados con la apertura de vías nuevas: beneficios directos para los usufructuarios y para el explotante y beneficios indirectos debidos al aumento general de la riqueza del país. Los primeros, dado el caso, deben ser disminuidos por las pérdidas que los cambios de ruta del tráfico ocasionarían á los explotantes de las vías preexistentes.

Para los transportes creados con las vías nuevas, como para los que sufren cambio de ruta, establece que los beneficios directos se midan con la rebaja del «precio resultante parcial» de estos transportes, es decir, de este precio resultante, no comprendido las cargas permanentes é independientes del tráfico (intereses y amortización de los capitales empleados, gastos mínimos de administración y entretenimiento, etc.). Sin embargo, la aplicación pura y sencilla de este principio le parece da lugar á dos correcciones: por un lado, los usufructuarios de las vías preexistentes podrán no sacar completamente partido, despreciar transportes que hubiesen sido comercialmente posibles, despreciar la iniciativa que suscitara al contrario el instrumento perfeccionado puesto á su disposición; por otro lado, los explotantes de las mismas vías retrocedían probablemente sin razón, ante la rebaja de los precios propios para desarrollar la circulación.

Respecto á los beneficios indirectos, Colson está muy lejos de mostrarse optimista. Insiste en la consideración de que si las empresas nuevas ó las extensiones de las antiguas, engendradas por las mejoras de los medios de transporte no se hubiesen realizado, los capitales y el personal habrían encontrado otros campos de acción. A su parecer, los beneficios directos proporcionados por las vías de comunicación son, sin duda, capaces de suscitar progresos materiales y morales, pero nada le parece que demuestre *a priori*, que los beneficios indirectos, consecuencia probable de los beneficios directos, superan á las pérdidas indirectas, consecuencia no menos cierta de las cargas asignadas para las obras. También termina por hacer abstracción de ellas y toma como única base del presupuesto la comparación de las ganancias directas con los gastos directos y á reputar la operación como provechosa ú onerosa, según que el balance acuse un excedente de beneficios directos ó, por el contrario, resulte un déficit.

(Continuará.)