

RENDIMIENTO ECONOMICO DE UNA VARIANTE

Por CESAR SANZ PASTOR Y FERNANDEZ DE PIEROLA

Ingeniero de Caminos.

Se presenta a continuación un estudio económico de una variante de la carretera de La Coruña, cruzando en túnel la Sierra de Guadarrama, y se aboga por su construcción por Empresa privada con ayuda estatal y establecimiento de peaje.

I. Antecedentes.

La provincia de Segovia, que siente vivamente los graves trastornos a ella ocasionados por el obligado paso de la Sierra para su diaria comunicación con la capital de la nación, no cesa en su empeño de remover el obstáculo que la separa de Madrid.

Con el fin de reducir en lo posible a cifras concretas el perjuicio sufrido por la economía nacional al tener que subir el Puerto de los Leones los usuarios de la carretera de Madrid a La Coruña, encargó al Laboratorio del Transporte de la Escuela Especial del Cuerpo de Ingenieros de Caminos que estudiara el rendimiento económico de la variante proyectada como consecuencia de las gestiones llevadas a cabo por las autoridades segovianas en el pasado año de 1951.

Bajo la dirección del Prof. Escario y del competente Ingeniero de Caminos D. Antonio Lleó, especialista en la materia, afecto al referido Laboratorio del Transporte, ha sido realizado el trabajo, partiendo de las experiencias directas de consumo hechas con toda minuciosidad a lo largo de más de medio año. Las cifras resultantes tienen verdadero interés, y por ello nos ha parecido conveniente darlas a conocer, pues son un índice de las economías que una verdadera modernización de nuestra red de carreteras puede producir.

El trazado actual.—La Carretera Nacional número VI cruza la Sierra de Guadarrama por el Puerto de los Leones, cuya altitud de 1 511 m. es alcanzada en el corto tramo que lo separa del pueblo de Guadarrama, situado en la cota 960 m., con pendientes superiores, en muchos puntos, al 10 % y curvas cerradas sumamente peligrosas; este trazado supone, por sus características, un duro trabajo para el tipo actual de vehículo automóvil, y además, las nevadas invernales, muy frecuentes en el Puerto, dificultan el paso por la carretera bastantes días del año,

lo que, al coincidir con el cierre de Somosierra, aísla al Noroeste de España de su centro.

Variante proyectada.—La variante proyectada comprende la sustitución del trazado actual de la carretera entre los puntos kilométricos 51,650 al 60,800, por otro, con desarrollo total de 5 665,84 m., de los cuales 2 961 son en túnel. En planta tiene la traza cinco alineaciones curvas, con radio mínimo de 500 m., y en alzado, la pendiente máxima es inferior al 5 %, según puede apreciarse en el gráfico núm. 1, comparativo de los perfiles actual y de proyecto. El ancho de la calzada es, como en el trazado actual, de dos circulaciones.

Estadística de tráfico.—En el gráfico núm. 2 se detalla la frecuentación media diaria de la carretera, obtenida por observaciones directas hechas en el Puerto durante varios días de diversas características. Como término de comparación también se incluye la estadística correspondiente al año 1935, pudiéndose apreciar claramente el incremento relativo de los vehículos pesados en relación a los turismos.

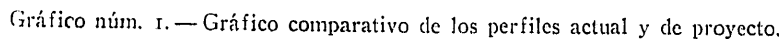
II. Criterio económico.

La rentabilidad que la construcción de la variante puede reportar se descompone, desde un punto de vista general, en directa e indirecta.

Comprende la rentabilidad directa los ahorros con inmediata influencia sobre la formación del precio del transporte, tales como la economía de carburante, lubricantes y gastos de entretenimiento, partidas que agrupamos en el concepto de "coste de operación"; la disminución del coste de amortización de los vehículos; el ahorro de tiempo; la posibilidad de aumento de carga, y la de utilizar con seguridad la carretera en toda época. Como factores de la rentabilidad indirecta pueden considerarse la creación de nuevas fuentes de riqueza al promover el comercio,

al Estado, una vez terminado el plazo de la concesión.

Seguindo el criterio económico moderno que el Excmo. Sr. Conde de Vallpellano ha decidido implantar en nuestra patria, el planteamiento económico del desarrollo de una obra de este tipo se realiza sobre la base de la construcción de la misma por una Empresa privada, generalmente con subvención estatal, a la que se concede su explotación por un determinado número de años, tras los cuales revierte al Estado, incrementando el capital de la nación. Como consecuencia del sistema, quedan a beneficio del Estado toda la rentabilidad indirecta de la obra, más la directa que se produzca al revertir la misma



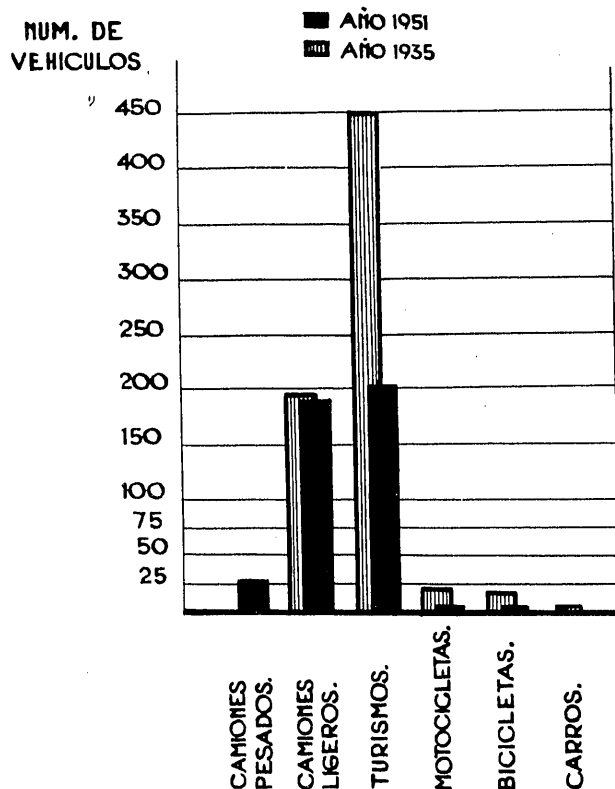


Gráfico núm. 2.—Frecuentación media diaria de la carretera.

III. Rentabilidad directa.

Los ahorros de coste de operación y amortización de un vehículo pueden valorarse en forma suficientemente aproximada por ensayos directos; asimismo pueden estimarse también el ahorro de tiempo, mas para su valoración, de por sí muy subjetiva, no existe un criterio de aceptación general que pueda servir de base en nuestro estudio, y por ello, y con objeto de no mezclarlo con resultados de valoración tangible, hemos preferido dar una idea de su volumen, sin introducirle en la valoración que en la conclusión de este estudio se realiza. Lo mismo puede decirse de los ahorros por aumento de carga y vialidad constante.

Analicemos cada uno de estos conceptos:

A. — COSTE DE OPERACIÓN DE UN VEHÍCULO.

Ensayos realizados.— Se ha medido el consumo de carburante y tiempo invertido por gran número de vehículos, de muy diversas características, al recorrer el tramo del Puerto y otros de condiciones semejantes a las de la futura variante, obteniéndose así las diferencias de consumo y tiempo entre el trazado actual y la variante proyectada.

Vehículos tipo.— Los resultados obtenidos se anotaron sistemáticamente y fueron después clasificados por grupos de vehículos homogéneos, obteniéndose las cifras medias correspondientes a cada uno. Así se determinaron los ahorros absolutos y relativos de consumo y tiempo correspondientes a los diversos vehículos adoptados, en trayecto de ida y vuelta, entre los kilómetros 51,650 al 60,800, con el siguiente resultado:

	TURISMO	CAMION MEDIO		C. PESADO
	Gasolina	Gasolina	Gas-oil	Gas-oil
<i>Carburante</i>				
Ahorro absoluto (litros)...	1,605	10,929	4,529	8,820
Relación de consumo entre el trazado actual y la variante	2,00	4,00	3,3	4,00
<i>Tiempo</i>				
Ahorro de tiempo (minutos)	15,2	32,6	41,4	46,1
Relación de tiempo	2,3	3,8	4,3	4,6

Coste de operación en función del consumo de carburante.— R. A. Moyer ha estudiado experimentalmente en los Estados de Missouri y Wyoming, bajo los auspicios de Iowa Eng. Experim. Station y Public. Road Administration, la descomposición del coste de operación de un vehículo en sus distintos conceptos: gasolina, lubricantes, neumáticos, etc. Multiplicando los coeficientes de Moyer por la relación entre los precios americanos y españoles de cada elemento básico, se obtuvo la descomposición del coste de operación correspondiente al momento español actual y pudo calcularse éste en función del consumo de carburante medido experimentado y deducir seguidamente la economía que la variante producirá en cada vehículo tipo. Resulta ser:

Turismos	4,90 ptas.
Camiones medios	26,64 »
Camiones pesados	16,38 »

(La aparente anomalía que se observa entre los camiones medios y los camiones pesados se debe a que en los primeros un 80 por 100 funcionan con gasolina y son más antiguos, en general.)

Ahorro total por coste de operación.— Aplicando al tráfico medio aforado los ahorros unitarios anteriormente hallados, resulta un ahorro total al año de 2 417 409,60 pesetas.

B. — COSTE DE AMORTIZACIÓN.

Partiendo de los precios corrientes en el mercado para cada tipo de vehículo y del valor residual de los mismos después de recorrer 150 000 kilómetros, se dedujeron los costes unitarios de amortización en un trazado medio, y de ellos los correspondientes al Puerto, por una sencilla proporción entre las velocidades medias logradas en cada tipo de trazado funcionando los motores a régimen normal; luego, por diferencia, se halló el ahorro que la variante producirá. Los resultados fueron:

VEHICULO TIPO	COSTE DE AMORTIZACION POR KM.		AHORRO OBTENIDO CON LA VARIANTE
	Medio — Pesetas	En el Puerto — Pesetas	
Turismo	0,80	1,15	5,99
Camión pesado	1,76	4,40	30,29
Camión medio	3,47	9,33	65,71

Con el tráfico actual supone un ahorro anual de 3 227 551,30 pesetas.

C. — AHORRO DE TIEMPO.

Multiplicando las circulaciones existentes por los ahorros unitarios de tiempo anteriormente obtenidos, llegamos al ahorro total anual, que asciende a 33 622 horas de vehículo, cantidad importante, que nos limitamos a señalar considerando la dificultad de valorar, tanto la hora del conductor y acompañante como las consecuencias beneficiosas derivadas de la disminución de capital nacional invertido en vehículos, al ser mayor su utilización.

D. — AUMENTO DE CARGA.

Durante los ensayos antes referidos, hemos comprobado, en un gran número de vehículos, la imposibilidad de realizar el trayecto con la carga completa. Casi la totalidad del tráfico que pasa por el Puerto lo hace con carga reducida, y aun así resulta extremadamente peligroso circular con camiones pesados, si no están en perfectas condiciones de funcionamiento.

Como comprobación de esto, diremos que con dos vehículos que intentamos efectuar el ensayo, un *semitrailer* Leyland y un Mercedes pesado, fué imposible subir al Puerto con carga media, cuando hasta el mismo se hubo llegado perfectamente desde Madrid. El Director del Parque Móvil de Ministerios nos confirmó lo anterior, asegurando que la expe-

riencia les había aconsejado reducir las cargas en viajes a través del Puerto.

La importancia del ahorro por este concepto es enorme, y mayor si se tiene en cuenta la tendencia del transporte con trenes de remolque, cuyas ventajas, de disminuir el precio, no serían aplicables a trayectos que comprendan el Puerto, por la imposibilidad de salvarlo.

Para formar idea del orden de magnitud de este ahorro, se consideró la hipótesis moderada de que un tercio de los camiones pudieran transportar una tonelada más en un trayecto medio, a través del Puerto, de 80 Km., y valorando el ahorro de la tonelada-kilómetro a 1,00 peseta para compensar el ligero aumento de coste de camión-kilómetro en trazado normal, el ahorro sería:

$$73 \times 80 \times 1 \times 365 = 2\,131,60 \text{ pesetas/año.}$$

E. — VIALIDAD EN TODA ÉPOCA.

Otra circunstancia por la que el transporte resulta gravado, es el mal estado del puerto en largas épocas del año, con nieblas, firme deslizante, etc., que se traduce en mayores ahorros de operación, amortización, tiempo, etc., en dichas épocas.

El cierre del puerto en algunos días del año también supone una gran paralización económica, cuya repercusión directa sobre el coste del transporte es evidente, aunque difícilmente traducible en pesetas. En este sentido baste decir que en el pasado año ha habido vehículo que llegó a pagar más de 1 000 pesetas a una brigada de obreros para que le facilitasen el paso en un día de nevada.

F. — TRÁFICO PREVISIBLE EN EL FUTURO.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística, en el año 1929, existían matriculados en España 267 164 coches, y en el período 1929-1933 aumentó dicho número en 67 478, lo que supone un aumento medio anual del 6,3 por 100.

En 1947, el número de coches matriculados ascendía a 170 611, y en el período de 1947-1949 dicho número se incrementó en 24 431, siendo, por tanto, el aumento anual medio del 7,16 por 100.

Dejando a un lado, dentro de la seguridad, la circunstancia de que en el momento actual existe un déficit de vehículos que se viene arrastrando desde nuestra guerra, podemos estimar por defecto el aumento medio del tráfico durante los próximos cincuenta años, en un 6,0 por 100. Con este supuesto y admitiendo que inicialmente sólo exista el tráfico registrado hoy, el número de circulaciones será: $T_n = T_1 \cdot 1,06^n$, a los n años de terminada la obra.

En la misma proporción subirán todos los ahorros anuales obtenidos.

G. — RENTABILIDAD, CONSIDERANDO EL AUMENTO DE TRÁFICO.

Asignando un interés del 5 por 100 al dinero, la anualidad media equivalente en un período de cincuenta años a la variable (a 1,06ⁿ) será:

$$A = a \frac{1,06^{50} \cdot 1,05^{50}}{1,05^{50} - 1} \cdot 0,05 = 3,32114 \cdot a.$$

Los ahorros anuales obtenidos anteriormente vendrán multiplicados por el factor 3,32114, y serán:

Ahorro por coste de amortización.	18 747 719 ptas.
Ahorro de tiempo	111 663 h./veh.
Ahorro por una tonelada de aumento de carga en un tercio de los camiones	7 079 342 ptas.

El aumento anual del 6 por 100 en el número de vehículos podría parecer exagerado a la vista de los resultados a que se llega, pero en realidad no lo es, antes al contrario, representa un criterio muy restrictivo, pues presupone que el índice actual de 145 habitantes por coche pasará, dentro de veinticinco años, a 60, cifra baja si tenemos en cuenta que hoy, en Francia, el número de habitantes por cada coche es de 24; en Inglaterra, de 18, y en Estados Unidos, de 3. Con el criterio base de nuestros cálculos llegaríamos a tener, dentro de cincuenta años, el mismo número de coches por habitante que hoy tiene Francia, aspiración bien modesta por cierto.

H. — GASTOS

Los gastos anuales de explotación del túnel se consideró tienen el mismo orden de magnitud que los originados con el trazado actual y ascienden a cerca de las 400 000 pesetas, mas como al existir la variante y quedar la carretera actual sólo como ruta de turismo, desaparecería el espaleo de nieves y gran parte de los gastos de su entretenimiento, se llega a la conclusión de que el exceso de gastos de conservación originados por la variante serían del orden de 150 000 pesetas, cantidad que, sumada a la anualidad de amortización y pago del 5 por 100 del interés del capital invertido en la ejecución de la obra, da un total de gastos de 3 161 990 pesetas.

I. — RENTABILIDAD DIRECTA CONSIDERANDO SOLAMENTE LOS AHORROS DE COSTE DE OPERACIÓN Y AMORTIZACIÓN.

a) Con el tráfico reducido actual:

Importe anual del ahorro.....	5 644 965,9 ptas.
Idem íd. de los gastos	3 161 990,0 »
Beneficio neto, aparte del 5 % de cargas de capital	2 482 975,9 »

En tanto por ciento del capital invertido:

$$\frac{2 482 975,9}{54 865 181,0} \times 100 = 4,55 \% \text{ anual.}$$

b) Con el tráfico aumentado en un 6 por 100 anual:

Importe anual del ahorro.....	18 747 719,0 ptas.
Idem íd. de los gastos	3 161 990,0 »
Beneficio neto, aparte del 5 % de cargas de capital	15 585 729,0 »

En tanto por ciento del capital invertido:

$$\frac{15 585 729,0}{54 865 181,0} \times 100 = 28,5 \%.$$

IV. Rentabilidad indirecta.

Por las razones al principio indicadas, no se intentó contabilizar los beneficios indirectos que la obra producirá, no obstante ser su importancia muy superior a los de las ventajas clasificadas como directas. Sólo se ha hecho una estimación del ahorro de divisas por economía de gasolina y disminución del desgaste de los vehículos.

Ahorro de divisas. — Multiplicando los ahorros de gasolina y amortización de vehículos antes detallados por los precios que en origen tienen, se obtiene una economía anual, con el tráfico reducido actual y por sólo estos dos conceptos, de 33 377,80 dólares, que se transforman en 110 852,30 dólares de ahorro medio al año, si consideramos el aumento de tráfico normal previsto.

V. Modo de realizar la obra.

El Excmo. Sr. Conde de Vallengano preconizó hace pocos días la aplicación a España del sistema de peajes y el libre acceso de la iniciativa particular a la construcción y explotación de obras semejantes a la que nos ocupa, procedimiento que está dando en el extranjero los mejores resultados, y es seguro que también los producirá en nuestra patria.

La feliz iniciativa del Sr. Ministro ampliará las disponibilidades de capital a invertir en mejoras viarias y contribuirá, de manera visible, al aumento de la renta y bienestar nacional, pero ello no quiere decir que hoy pueda la iniciativa particular acometer muchas de estas obras sin una fuerte ayuda estatal. Para la comunidad representa un gran beneficio el acondicionamiento de la Sierra de Guadarrama, por ejemplo; mas como, por una parte, la mayoría de las

ventajas son de tipo indirecto e incluso gran parte del ahorro directo que los usuarios obtengan no podrá exigirse hasta lograr una conciencia colectiva distinta de la que hoy tiene el transportista medio que por la carretera circula, y por otra, el dinero es siempre conservador y mira con recelo toda innovación, estimamos que por el momento no se encontrarán fácilmente en España Empresas privadas que, sin una efectiva ayuda estatal, arriesguen su capital en obras de este tipo, por muy rentables que las mismas sean a la nación; mas como por ello no vamos a renunciar a las positivas ventajas que a la comunidad reporta, se precisa buscar una fórmula que, salvaguardando los intereses generales, estimule la iniciativa particular en grado suficiente para lanzarla a la acción. Nos consta que los organismos competentes del Ministerio de Obras Públicas están estudiando la puesta a punto de las directrices dadas por la Superioridad, y esperamos que en breve sea entre nosotros una realidad la colaboración del ahorro privado nacional a la modernización de carreteras.

Concretándonos al túnel de Guadarrama, entendemos que por el momento no será posible exigir un peaje superior al coste de operación medio de los vehículos, que es de cinco pesetas para los turismos y veinticinco pesetas en cada camión.

Presuponiendo que el 80 por 100 del tráfico utilice el túnel, tenemos un ingreso bruto de 1 912 600 pesetas al año, del que deducidos los gastos de explotación, cifrados por el Laboratorio del Transporte en 376 640 pesetas, resulta un beneficio líquido de un millón y medio de pesetas aproximadamente. cantidad que no alcanza a cubrir los impuestos estatales y la anualidad de intereses y amortización de un capital superior a los cincuenta millones de pesetas que la ejecución de la obra precisa. Ha de acudir, por tanto, el Estado en ayuda de la iniciativa particular si se quiere lograr el gran beneficio que desde el punto de vista nacional la obra reporta.

VI. Resumen.

Consecuencia evidente de cuanto antecede son las siguientes conclusiones:

1.^a La obra es rentable aun en el supuesto de que el tráfico reducido actual no creciese, tan sólo con imponer un peaje por vehículo igual al ahorro del coste de operación y amortización.

2.^a Si se tiene en cuenta el crecimiento del tráfico en los próximos cincuenta años y aun sin considerar que la frecuentación de la carretera será más

que proporcional al volumen nacional de vehículos, por la desviación del tráfico de otras vías, el desarrollo económico general y la accesibilidad desde Madrid a la zona de San Rafael, el rendimiento económico que resulta es extraordinario, pues se obtendrían anualmente las siguientes economías medias:

Por ahorro en coste de operación y amortización de vehículos....	18 747 719,00 ptas.
(34,2 % del capital invertido).	
Ahorro de tiempo por año.....	111 663 h./veh.
Ahorro por tonelada de aumento de carga en un tercio de los camiones	7 079 342,00 ptas.
(12,8 % del capital invertido).	
Ahorro anual de divisas, sólo por gastos de gasolina y adquisición de coches	110 852,30 dólares.

3.^a La intervención de la iniciativa particular es sumamente conveniente, porque amplía las disponibilidades económicas del Estado y en no largo plazo contribuirá a un mejoramiento efectivo del transporte, pero, hoy por hoy, no creemos pueda ponerse en marcha sin un fuerte estímulo estatal. El caso del túnel del Guadarrama, obra privilegiada en este aspecto, lo muestra claramente.

4.^a El Estado se beneficiará extraordinariamente, pues con sólo ayudar a la ejecución de la obra percibirá íntegramente la rentabilidad indirecta, producto del desarrollo económico de regiones mejor comunicadas, un importante ahorro de divisas y gran parte de la utilidad directa; además, la obra revertirá al propio Estado al término de la concesión.

* * *

Por si cuanto antecede fuera poco, la expansión de Madrid tiene una dirección natural e incontenible que le conduce fatalmente hacia la Sierra de Guadarrama, con la fatalidad que determina una fuerza o ley física. La carretera de La Coruña es la arteria por la que discurre aquella expansión, a la que parece poner límite la alta barrera de la sierra, barrera que, necesariamente ha de superarse por nosotros o por los que nos sucedan, quienes, en el mejor de los casos, juzgarán nuestra vacilación con una sonrisa piadosa, pues, en definitiva, quedarán en España la obra y el dinero que en su ejecución se invierta, el que, por unos u otros caminos, revertirá con creces a las arcas estatales. En fin, ahí están los resultados de la experiencia realizada. Ante ellos, sólo nos queda poner punto final, deseando sean de alguna utilidad.