

# Anteproyecto de un plan general de electrificación de los ferrocarriles españoles

## IV Y ÚLTIMO

En el artículo anterior (1), dimos un conjunto del Plan de Electrificación propuesto en este trabajo, con un cuadro-resumen conteniendo los resultados técnicos y económicos de las líneas a electrificar. La justificación de la inclusión de varias líneas, así como la comprobación del grado de exactitud de este estudio, es el objeto de este artículo.

### I. Justificación de la electrificación de algunas líneas

*Primer grupo.*—a) Líneas de la Compañía del Norte: No obstante las grandes reformas que referente a la ampliación de sus instalaciones, y bajo la dirección del Consejo Superior de Ferrocarriles, ha de realizar esta Compañía, puede decirse que muchas de sus líneas resultan totalmente insuficientes para el tráfico actual, en que quedó su capacidad para la tracción por vapor completamente agotada. Si a esto se une que en las líneas de esta Compañía existen la mayor parte de los pasos de cordilleras: puerto de Pajares, Reinosa, Alsasua, Irún, etc., que son tipos definidos de electrificación, queda patente la necesidad de un vasto programa de electrificación para esta Compañía. A ambos tipos de electrificación acudió desde hace tiempo la Compañía, incluyendo en su programa de electrificación, aparte de la Rampa de Pajares ya construida, la de Alsasua-Irún; Villalba, Avila y Segovia; Reinosa-Santander, etc., y Barcelona-Manresa-San Juan de las Abadesas; Madrid-Villalba, etc., como ejemplos de gran tráfico. Hemos incluido además otras varias líneas, de urgente y conveniente electrificación: «Circunvalación de Madrid»: no ofrece duda, por su tráfico comprobado por las ecuaciones respectivas de mínima economía y por su proximidad a una gran población. «Astorga-Ponferrada»: tipo de perfiles duros y explotación por vapor muy difícil. «Ujo-Gijón-Avilés»: completaría la electrificación de la rampa de Pajares, y aprovecharía la energía eléctrica obtenida económicamente quemando carbones en bocamina de calidad inferior. «Valencia-Játiba-Valencia-Castellón»: tipo de perfiles suaves, gran tráfico. Desde luego, el historial de esta Compañía en la tracción eléctrica en España hace suponer que siempre irá en el lugar preponderante que le corresponde en esta materia.

b) Líneas de M. Z. A.: Aunque esta Compañía es, por obra de sus elementos directores, más *conservadora* en materia de electrificación, es evidente que tendrá en fecha bien próxima necesidad de electrificar alguna de sus líneas, pues cuenta con los dos tipos señalados en la Compañía del Norte: líneas de gran tráfico y perfiles suaves; líneas de fuertes pendientes y explotación por vapor difícil. Sobre las primeras, basté decir que en su red catalana, próxima a Barcelona, la capacidad actual de tráfico puede considerarse totalmente agotada, no sólo por las mercancías transportadas, sino por los viajeros, pues ha habido día que en Barcelona-Término se expendie-

ron más de 28 000 billetes, representando la tercera parte del tráfico total de sus redes en explotación (10 millones de 28). Por ello hemos incluido la casi totalidad de sus líneas en aquel sector, como electrificables actualmente. Es natural que sus tráficos sobrepasen en mucho el mínimo exigido por las fórmulas de economía halladas en la primera parte. A estas líneas se unen la de Madrid-Alcázar, del mismo tipo, y las de Baidés-Arcos de Jalón y Baeza-Valdepeñas, también de gran tráfico y perfiles duros, por las divisorias que atraviesan (Ebro y Tajo, Guadalquivir y Tajo).

c) Líneas de la Compañía de Ferrocarriles Andaluces: Bobadilla-Málaga, Bobadilla-Algeciras. El tráfico asignado para la electrificación es de 2 200 000 y 2 400 000 ton-km/km, respectivamente. Los tráficos mínimos-económicos, según la fórmula [22], en que las pendientes características son 8 y 13 milésimas y las pendientes máximas son 16,50 y 20 mm, respectivamente, tienen por valor:

Línea Bobadilla-Málaga:

$$0,00241 \cdot Q_m = 7\,337; \quad Q_m = 3\,044\,000 \text{ ton-km/km}$$

Línea Bobadilla-Algeciras:

$$0,00311 \cdot Q_m = 7\,337; \quad Q_m = 3\,350\,000 \text{ ton-km/km}$$

lo que quiere decir, que el tráfico mínimo-económico necesario en la línea de Bobadilla-Algeciras es ligeramente inferior al supuesto para la electrificación, al contrario de lo que sucede en la línea de Málaga-Bobadilla, pero también con poca diferencia. Este último caso es el tipo de líneas en que siendo su tráfico algo inferior al necesario para que la electrificación sea económica, no puede, sin embargo, dudarse de la conveniencia de su electrificación, por su perfil de fuertes pendientes, por la proximidad a energía hidroeléctrica en ventajosas condiciones de precio (Hidroeléctrica del Chorro), por el tráfico futuro, importancia de la línea, dificultades de la explotación por vapor, etc. Algo análogo, apoyado más fuertemente por la existencia de grandes pendientes—su característica de valor 13 lo pone de manifiesto—y por su mayor tráfico, debe decirse de la línea Bobadilla-Algeciras. El conjunto de las dos forma al presente el programa de electrificación que la Compañía de los Andaluces debe adoptar, en orden a la mayor eficacia de su explotación.

d) Linares-Almería: Igualmente, su tráfico actual es inferior al mínimo-económico necesario, que resulta ser, según la fórmula [22],

$$Q_m = 1\,700\,000 \text{ ton-km/km}$$

Pero es preciso prever un tráfico más elevado para la electrificación, aquí con más razón que en ninguna otra línea, por las grandes existencias de minerales que hoy no pueden económicamente transportarse, porque el tráfico derivaría hacia el puerto de Almería en gran proporción del que actualmente va por Málaga, vía Marruecos, con recorrido más largo, y sin razón que lo justifique una vez efectuada la electri-

(1) Véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, números 2 471, 2 472 y 2 473, páginas 70, 89 y 111.

ficación. El perfil, además, es enormemente duro, pues sus pendientes máximas (27 por 1 000) son posiblemente las máximas de todos los ferrocarriles españoles de ancho normal, y su forma ideal para la tracción eléctrica, ya que los trenes irían cargados a la bajada—Almería, 8 m sobre el nivel del mar; Huéneja, 1 127 m—y vacíos, o con peso inferior a la subida. La energía eléctrica necesaria existe ya gran parte instalada en el valle de Lecrín (Sierra Nevada-Alpujarra) y en proyecto en los afluentes caudalosos del Guadalquivir, Gadiana Menor, río Guadix, etcétera. Existe, como es sabido, un trozo de esta línea electrificado, Gérgal-Santa Fe, la primera en España, a 6 000 voltios trifásicos, que ahora, precisamente, se piensa en sustituirla por corriente continua a 1 500 voltios, sistema adoptado en este trabajo como el más perfecto para una electrificación general.

e) Lorca a Baza: Esta línea, de menor categoría que cuantas llevamos analizadas, es, no obstante, digna de que se estudie su electrificación. En efecto, el tráfico, al igual que en otras incluídas en el Programa de Electrificación, es algo menor que el mínimo-económico necesario: 2 600 000 ton-km/km, 1 750 000 y 2 500 000 para el previsto en la electrificación. Pero su perfil es también de fuertes pendientes; existen numerosas minas en su recorrido, explotadas actualmente en malas condiciones; es decir, reúne las características de la línea Linares-Almería, con mayor tráfico que ésta. Razones que han motivado su inclusión. La energía eléctrica también es fácil encontrarla, pues sólo el río Castril, que está al norte del ferrocarril, suministraría toda la necesaria.

Con esto queda justificada la electrificación de las líneas del grupo primero.

*Segundo grupo: Líneas a electrificar en un período de 15-20 años.*—Justificaremos rápidamente su electrificación:

a) Sevilla-Córdoba-Baeza: Su tráfico intenso, del orden de 4 000 000 de ton-km/km, y el aprovechamiento de la energía eléctrica resultante de la canalización del Guadalquivir, su perfil suave, etc., aconsejan su próxima—aunque no inmediata—electrificación.

b) Alcázar-Valdepeñas: Completaría en un futuro próximo la electrificación de Madrid-Sevilla, línea que por ser de las más importantes de España en todos sentidos, y por tener sectores de explotación difícil por vapor, debe ser electrificada.

c) Bobadilla - Granada, Granada - Moreda, Baza-Guadix: Completaría la electrificación de estas redes del Sur de España, de explotación tan deficiente a la vez que difícil por el sistema de vapor. Consumiría buena parte de la energía instalada para las otras electrificaciones propuestas, mejorando mucho los factores de potencia y utilización de las centrales. Sus tráficos, por otra parte, son superiores—salvo en la de Guadix-Baza—a los mínimos necesarios.

d) Orense-Vigo: No es su perfil muy fuerte (6 por 1 000 de pendiente característica); pero la situación de esta línea, que une el importante puerto de Vigo con la arteria ferroviaria del Norte, y, por tanto, con el centro de España, exige se la coloque próximamente en las mejores condiciones de explotación, ya que continuamente estamos oyendo hablar—y con razón—del porvenir del puerto de Vigo, punto de enlace entre España y América, y quién sabe si entre Europa y América, sobre todo la del Sur. Su proximidad a los saltos del Duero, sobre cuya importancia ya no es preciso decir nada, hace factible una ex-

plotación eléctrica en envidiables condiciones. La prolongación Orense-Monforte sería consecuencia obligada.

e) Miranda-Alsasua: Completaría la red a electrificar: Miranda-Bilbao, Miranda-Irún.

f) Zaragoza-Castejón, Zaragoza-Lérida: Respecto de la primera, su tráfico importante, sobre todo cuando el ferrocarril central de Aragón, adquirido recientemente por el Norte, se una prácticamente a la línea Castejón-Bilbao con la construcción de la línea Castejón-Calatayud, su proximidad a la energía obtenida de la regulación del curso del Ebro por la Confederación Hidrológica, hacen aconsejable su electrificación, dentro de algunos años. Y Lérida-Zaragoza, completando la electrificación Zaragoza-Barcelona, es también electrificable, en los términos dichos anteriormente. Sus tráficos son muy superiores a los mínimos-económicos.

g) Zuera-Canfranc: Una vez terminada la línea en construcción Zuera-Olorón, aprobada por el Consejo Superior de Ferrocarriles, se disminuye el recorrido Zaragoza-Canfranc, y como el tráfico aumentará mucho, sobre todo cuando se establezca la unión con las redes francesas, tomando esta línea carácter internacional, es aconsejable su electrificación futura, aparte del natural aprovechamiento en ella de las numerosas fuentes de energía hidroeléctrica que la rodean.

Con esto quedan justificadas, de un modo rápido, las electrificaciones de las líneas del grupo segundo.

*Tercer grupo: Líneas a electrificar del Plan de Construcción aprobado por el Consejo Superior de Ferrocarriles.*—Si interesante es fijar qué líneas de las explotadas actualmente por vapor deben ser electrificadas, no lo es menos determinar también los ferrocarriles en proyecto, desde cuyo comienzo de explotación debe adoptarse la tracción eléctrica.

El Consejo Superior de Ferrocarriles elaboró y aprobó un plan de construcción de nuevas líneas, entre las cuales el Ministerio de Fomento formó el plan de urgente construcción.

¿Qué líneas de este plan deben ser electrificadas? Naturalmente, no existen en ellas los datos que en las que llevan determinado tiempo explotadas por el sistema de vapor, y por eso no pueden aplicarse en toda su pureza las fórmulas de mínima economía. Sobre todo, no es conocido el tráfico. Y aquí reside ya el primer supuesto que es necesario hacer: tráfico probable una vez construída la línea. Solamente el conocimiento de la región que el ferrocarril atraviese y su comparación con líneas similares puede conducir a determinar un tráfico, claro es, groseramente aproximado, pero suficiente a aconsejar la electrificación si existen otras condiciones que también conduzcan a ella. Por este método hemos incluído la electrificación de las líneas siguientes del Plan del Consejo Superior de Ferrocarriles en el Programa de Electrificación.

a) Gran circunvalación de Madrid: Su gran tráfico, una vez construída, como consecuencia del enlace continuo entre el Sur y Norte de España, con trenes incluso de viajeros que sin pasar por Madrid sigan directamente al Norte o al Extranjero, y su proximidad a Madrid, aconsejan su electrificación.

b) Puertollano-Córdoba: Debe aprovecharse aquí la energía procedente de los carbones de calidad inferior, procedentes de Puertollano, estableciendo las centrales térmicas necesarias, y por el sur de la línea

se alimentaría—de ser necesario—con la energía de la canalización del Guadalquivir, o de los saltos en construcción por la Compañía Mengemor.

c) Baza-Calasparra: Aun no conociendo todavía su perfil, indudablemente será de fuertes pendientes, y la energía hidroeléctrica obtenida fácilmente en el nacimiento del río Guadalquivir, sobre todo en el Guadiana Menor y Castril, debe utilizarse en la electrificación de la línea. Téngase en cuenta, además, que la llegada a ella de carbones será siempre difícil y de elevado coste, por el recorrido a efectuar.

d) Jaca a Sangüesa y Les al ferrocarril de Lérida a Saint Giron: Estando estas líneas tan próximas a las caídas de agua de los Pirineos y de las centrales hidroeléctricas importantes ya establecidas, unido a sus fuertes pendientes, no debe dudarse en adoptar la tracción eléctrica como base de su explotación.

## II. Resultados económicos de las electrificaciones propuestas

*Determinación del consumo anual de energía eléctrica.*—Una vez determinadas las líneas del Programa de Electrificación, se han calculado sus pendientes características, que junto a las longitudes y pendientes máximas que figuran en sus perfiles, nos dan los datos de las columnas 1, 2 y 3. El tráfico asignado para la electrificación, obtenido como se detalla en el capítulo anterior y en la observación núm. 4, forma la columna núm. 4. Entonces el consumo de energía se ha obtenido por la aplicación de las fórmulas correspondientes a cada tipo de línea [5]. Así, resulta:

	kw-h anuales
Consumo de energía necesario en la Compañía del Norte.....	196 568 900
Idem íd. en la Compañía de M. Z. A.....	124 420 300
Idem íd. en la de Andaluces.....	32 855 900
Idem íd. en la de Lorca-Baza.....	18 858 900
Idem íd. en Varias Compañías (segundo período de electrificación).....	156 368 300
Idem íd. líneas del C. S. F. C.....	53 282 000
<b>TOTAL.....</b>	<b>582 353 400</b>

Como el tráfico total medio es de 14 226 650 toneladas-kilómetro, el consumo específico resulta ser: 40 w-h por tonelada-kilómetro. Y sobre el valor de esta cifra, comparada con las principales electrificaciones mundiales, volveremos después, como comprobación final de los resultados económicos de este trabajo.

*Potencia necesaria para la electrificación.*—El consumo total anual es, según queda dicho, de: 582 353 400 kilovatios-hora, que corresponden a 66 500 kw de potencia media, supuesto el trabajo constante durante las veinticuatro horas. Pero la naturaleza de la explotación eléctrica de los ferrocarriles, de sobrecarga rápida, grandes picos de consumo, etc., influyen de modo extraordinario en el «factor de carga» de las centrales productoras de energía. Y aunque el sistema que aquí razonadamente se ha adoptado, corriente continua a alta tensión, permite que la corriente originaria sea trifásica, lo que produce que la producida en las centrales pueda aplicarse no sólo a la explotación de un ferrocarril eléctrico en particular, sino a toda la industria en general (cualidad in-

apreciable), y todo ello conduzca a un notable mejoramiento del factor de carga, éste, sin embargo, será siempre bajo, aunque cada día aumente más el florecimiento industrial de nuestro país. En un estudio general como el presente no podemos fijarlo mayor de 0,40, como factor medio a todas las centrales de energía utilizables en la tracción de las líneas férreas a electrificar, sobre todo considerando la extensión del programa de electrificación, la poca uniformidad y continuidad de las líneas a electrificar, etc., etc. Esto indica que, como mínimo, la potencia que es preciso tener instalada para la electrificación dicha, debe ser

$$\frac{66\ 500}{0,4} \text{ kw} = 166\ 200 \text{ kw} = 225\ 000 \text{ CV}$$

como cifra aproximada que deberá tenerse presente al plantear el problema de electrificación con miras a realizarlo, en lo que toca al emplazamiento de las nuevas líneas y centrales que sean necesarias, cuestión íntimamente ligada—como hemos dicho— a la Red Nacional de Energía Eléctrica y las Confederaciones Hidrológicas.

*Determinación de las economías brutas.*—Aplicando las fórmulas [16] a [25], que a cada caso correspondan, hemos calculado las cifras de la columna 7, obteniendo los siguientes resultados:

Compañía del Norte.....	20 810 280	} Por 100 del capital de establecimiento.
Idem M. Z. A.....	13 791 500	
Idem Andaluces.....	7 206 800	} Primer supuesto = 10 por 100.
Lorca-Baza.....	2 016 000	
Grupo segundo.....	17 004 100	} Segundo supuesto = 11 por 100
Grupo tercero.....	5 895 100	
Actualmente: TOTAL.....	<u>66 723 780</u>	

120 000 000 en el futuro, al cabo de veinte años, puesto que las economías brutas son proporcionales al tráfico.

Esta importante cantidad muestra bien a las claras lo que representaría para la economía nacional la electrificación del número de kilómetros de líneas férreas propuesto en este trabajo. Pero además de la economía directa que representa esta cifra, existe otra de un orden menos inmediato, aunque tan importante por lo menos, y que se refiere al aprovechamiento de la energía hidroeléctrica, tan abundante en España, como anteriormente quedó sentado. Aprovechamiento que lleva consigo el ahorro de combustible necesario, carbón sobre todo, el no depender de un país extraño para la tracción de buena parte de nuestras líneas férreas—pues aunque España cuenta con yacimientos de hulla, ni son lo suficientes en cantidad ni en calidad, ni está debidamente organizada su explotación, tanto técnica como financieramente—, la mayor perfección en la explotación de nuestros ferrocarriles, el mayor coeficiente de utilización de las líneas, etc., etc.

*Determinación de las economías netas.*—Es preciso insistir en los resultados económicos de la electrificación proyectada, pues aquí reside la gran incógnita del problema.

En otro lugar distinto de este hemos discutido y razonado que para *medir* el resultado económico de una electrificación, no se deben comparar las econo-

mías netas con las de la explotación por vapor—si las había—, ni aun considerarlas en sí mismas, siempre que estemos al principio de la explotación eléctrica de un ferrocarril. Así, en la primera parte del trabajo citado, mostramos nuestra disconformidad con lo hecho por la Compañía del Norte en su Memoria sobre los resultados económicos de la electrificación del Pajares.

Sin embargo, no tenemos inconveniente en ponderar el valor de las economías netas que resultan en este estudio. Para ello, hay dos clases de «Costes de establecimiento» a considerar. Uno, el obtenido acumulando a las cantidades señaladas por nuestras fórmulas los presupuestos de electrificación de algunas Compañías, que no se refieren estrictamente a la electrificación de las líneas, sino que añaden capítulos complementarios algo apartados de la propia electrificación. (Véanse notas 8, 8' y 10 del cuadro-resumen.) Otra cifra nos la darán nuestras fórmulas. Se tiene así:

Coste de electrificación.—Primer supuesto: 663 304 701 ptas.  
Coste de electrificación.—Segundo supuesto: 577 343 640 ptas.

y de aquí,

Economías netas.—Primer supuesto:  
 $66\ 723\ 780 - 0,10 - 663\ 304\ 701 = 419\ 079$  ptas.

Economías netas.—Segundo supuesto:  
 $66\ 723\ 780 - 0,10 - 577\ 343\ 640 = 8\ 989\ 410$  ptas.

donde 0,10 representa el conjunto de los intereses de la amortización y de la ganancia del capital. En el primer caso—que desde luego, si ha de haber paridad en la comparación, no debe tomarse como resultado económico final—el rendimiento económico de la electrificación, tal como se definió por el Sr. Lucia—obra antes citada—, y que constituye la medida más perfecta de la economía de una electrificación, resulta ser:

$$\frac{66\ 723\ 780}{663\ 304\ 701} \cdot 100 = 10 \text{ por } 100.$$

En el segundo,

$$\frac{66\ 723\ 780}{577\ 343\ 640} \cdot 100 = 11 \text{ por } 100$$

Estos tantos por ciento, muestran que la electrificación proyectada, tomada en su conjunto, es francamente conveniente, de acuerdo con los estados de aplicación que señalamos para la condición de mínima economía de una electrificación.

*Determinación del coste kilométrico.*—En todo lo anterior ha quedado visto el modo de calcular el coste kilométrico y la razón de figurar en el cuadro-resumen dos cantidades, expresión una del coste aplicando estrictamente las fórmulas, y la otra teniendo en cuenta los proyectos de electrificación de algunas Compañías. Resulta así, que existe alguna diferencia, pero tan pequeña, que los rendimientos económicos arriba calculados sólo difieren en una unidad (10 por 100 y 11 por 100).

*Comprobación de los resultados de este trabajo.*—Creeemos muy conveniente comparar, de algún modo, los resultados finales de este estudio, con los de explotaciones universalmente conocidas. Naturalmente, no habrá exacta paridad en la comparación,

desde el momento en que son distintas las características: país, precios de los salarios y de los materiales, valor de la moneda, etc., etc., que cambian radicalmente las condiciones de una electrificación. Pero la precisión aumenta si se comparan cifras en que el coste no influye de modo directo. Así, el consumo específico es base cierta de comparación, en sí misma y en relación con los demás factores que dependen directamente del coste de materiales y salarios, ya que cualquier error en aquél se traduciría también en éstos, por estar todos ligados por las mismas ecuaciones de economía.

Vimos antes que el consumo anual medio de energía eléctrica era

Consumo anual: 582 353 400 kv-h

de donde, y para un tráfico de 3 290 000 ton-km/km y longitud explotada de 4 314 km con tráfico total: 14 226 650 000 ton-km.

Consumo específico: 40 kw-h por cada 1 000 ton-km

Pues bien: en el Chicago M. St. Paul Railway, que, como es sabido, no sólo es la principal electrificación mundial, sino que los resultados de su explotación comparativos de los sistemas eléctrico y de vapor han sido hechos con la mayor pulcritud y abarcando un extenso período, se tiene:

Longitud total explotada . . . . .	1 036 km
Tráfico total medio . . . . .	3 238 283 000 ton-km
Idem por kilómetro de línea . . . . .	3 120 000 ton-km/km
Consumo específico . . . . .	43 kv-h por cada 1 000 ton-k

Es decir, que los consumos específicos son casi iguales, ya que el tráfico en el Chicago es algo menor que el medio resultante en nuestro Programa de Electrificación, por lo que a igual calidad de explotación debe corresponder un consumo algo mayor, como así resulta.

Del mismo modo, en la electrificación de la rampa de Pajares, de la Compañía del Norte, según los datos contenidos en la Memoria ya antes citada, la cifra de consumo eléctrico es

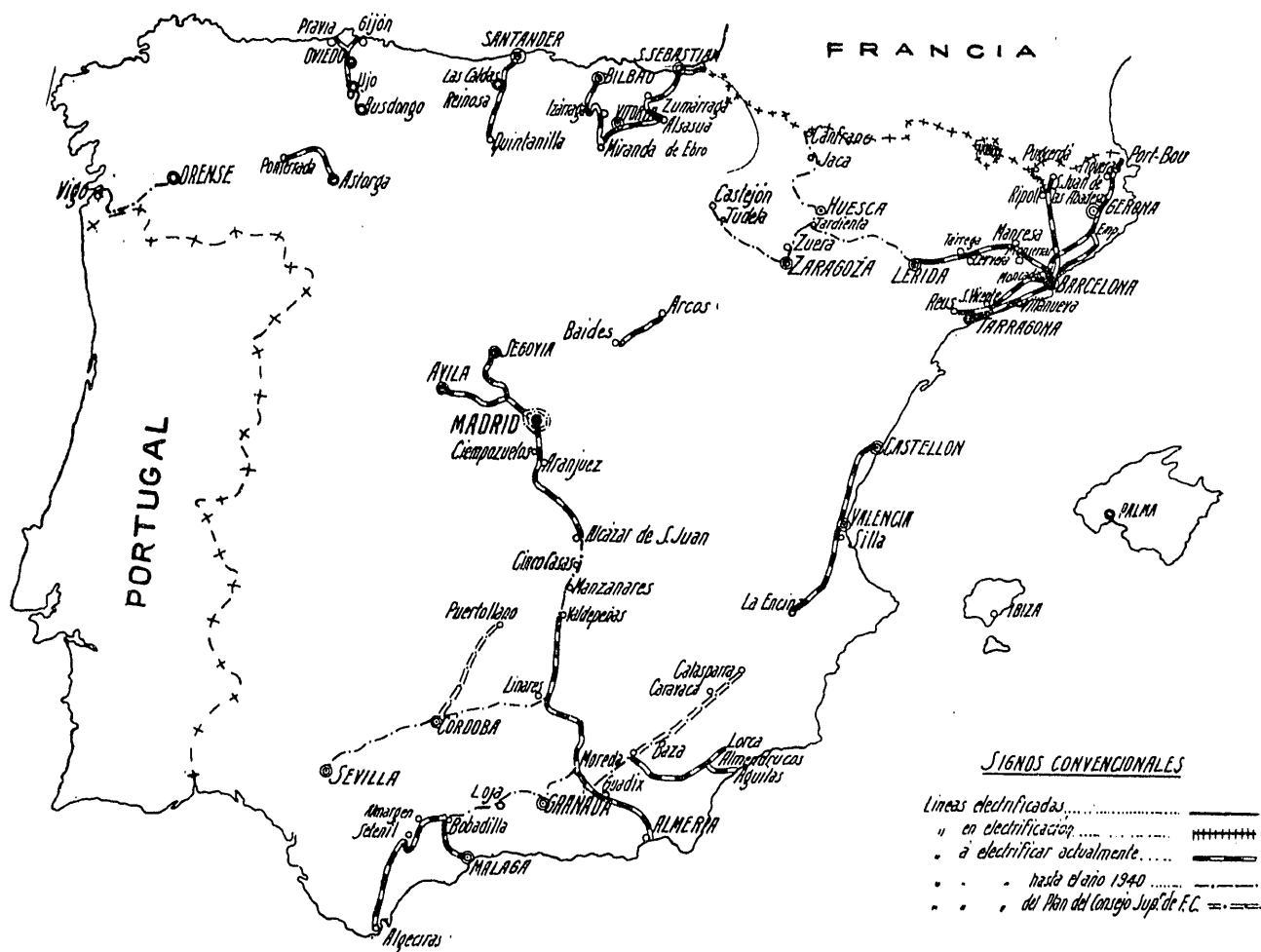
Consumo específico: 53 kw-h por cada 1 000 ton-km

diferencia que se explica perfectamente porque el tráfico en el primer año de explotación sólo ha sido de 2 600 000 ton-km/km.

Ambos resultados de dos electrificaciones importantísimas coinciden, pues, con los de una explotación teórica, ideal solamente, hecha a base de supuestos numerosos, y con grandes dificultades provinientes de la variedad de los parámetros que componen las condiciones de mínima economía y de la poca precisión de las estadísticas hoy todavía existentes. No podemos menos de hacer fijar la atención del lector sobre esta comprobación, que manifiesta el grado de exactitud de nuestros cálculos, y revela cuál es el valor intrínseco de nuestro trabajo (1).

Se adjunta un plano de las electrificaciones propuestas.

(1) Podríamos citar más datos de otras explotaciones, en que la realidad de la cifra del consumo específico obtenido por nosotros queda perfectamente demostrada. Bastará decir que en los estudios hechos por la Comisión francesa se da para su consumo 1 160 000 000 de kw-h por 8 839 kilómetros, cifra casi exacta a la nuestra: 582 000 000 de kilowattios-hora por 4 314 km (M. Manduit, pág. 9).



Anteproyecto de plan general de electrificación de los ferrocarriles españoles.

**Resumen y conclusiones**

1. Se debe adoptar la corriente continua a 1 500 voltios como sistema único de electrificación de los ferrocarriles de interés general, y en casos muy especiales la misma corriente a 3 000 voltios.
2. Por el Ministerio de Fomento se debe ordenar la electrificación de un conjunto de líneas, que forman el Anteproyecto contenido en este estudio, y que constituye un Programa de Electrificación cuyas características son las siguientes:

Longitud total explotada eléctricamente.....	4 314 km
Tráfico medio actual, previsto para la electrificación.....	3 290 000 ton-km/km
Tráfico probable al cabo de veinte años.....	5 920 000 »
Potencia eléctrica necesaria actualmente.....	225 000 CV
Idem id. al cabo de veinte años.....	529 000 »
Economías brutas, actualmente...	66 723 780 pesetas
Idem id. al cabo de veinte años.....	120 000 000 »
Coste de la electrificación.....	663 304 000 »
	557 343 640 »

3. La electrificación de las líneas férreas contenidas en este Programa se hará escalonadamente, de acuerdo con la división por grupos señalada y bajo la inspección del Consejo Superior de Ferrocarriles.

\* \* \*

Multitud de cuestiones se enlazan, de orden técnico propiamente dicho y económico, con el planteamiento de una electrificación amplia de nuestras líneas férreas de interés general, que no es posible desarrollar aquí. Pero desde el comienzo de nuestros cálculos sólo nos ha guiado el deseo de poder llegar a la visión clara, de conjunto, de este problema de indudable trascendencia en la economía nacional. Por último, algo más firme hubiéramos querido aportar que nuestro modesto bagaje de conocimientos, pero creemos haber fijado netamente que la electrificación de algunos de los ferrocarriles de interés nacional explotados por vapor, y otros en construcción, constituye uno de los principales problemas, uno de los más urgentes problemas económicos de la ingeniería española, por las múltiples razones apuntadas en el curso de este trabajo.

Francisco JIMÉNEZ ONTIVEROS  
Ingeniero de Caminos