

La electrificación de los ferrocarriles españoles¹

II

Como antes hemos dicho, una de las conclusiones más importantes de la Comisión de Electrificación fué la referente al sistema que había de adoptarse para la electrificación de los ferrocarriles españoles, sistema que se proponía fuera el de corriente continua, con escala de tensiones (medias en línea) de 750, 1 500 y 3 000 voltios.

Para llevar a cabo el estudio comparativo entre los diversos sistemas aplicables a la electrificación de los ferrocarriles españoles, consideró la Comisión que no podía ni debía enfocarse el problema desde el punto de vista abstracto de una comparación técnica de sistemas; ni siquiera de una comparación económica que, para ser verdad, habría de particularizarse en cada caso.

Se trataba de hacer un estudio de electrificación para los ferrocarriles españoles, y se consideró, por lo tanto, indispensable y primordial tener en todo momento a la vista las condiciones especiales que caracterizan la explotación ferroviaria en nuestra nación, las de las instalaciones eléctricas existentes y por crear y las relaciones que para el futuro puedan preverse entre los ferrocarriles y los productores y distribuidores de energía eléctrica, teniendo en cuenta que la solución que se adoptara debería ser la más conveniente y desde el mayor número posible de puntos de vista para su aplicación a la tracción eléctrica de la mayoría de las líneas cuya electrificación pudiera preverse en España.

Es, efectivamente, cierto que desde el punto de vista exclusivo del ferrocarril habrá casos en que sea más ventajosa la aplicación de otro sistema que el que pudiera adoptarse para la electrificación en la mayor parte de los casos restantes. Esta labor de examen de casos concretos y especiales, aisladamente considerados como problema subjetivo, no es el que se había encomendado a la disuelta Comisión; su cometido era el estudio de un problema mucho más amplio, cual es el de la electrificación de ferrocarriles en relación con la producción y distribución de energía, con la unificación de normas que permitieran una orientación racional, tanto a dicha producción y distribución, como a la industria nacional y a los ferrocarriles; en una palabra, se trató de sentar las bases para la solución de un problema de interés general.

Si se afronta éste con la pequeña altura de miras que supone la aplicación circunstancial de la máxima conveniencia particular, no ya económica, sino aun técnica, se llegaría a la ejecución de un mosaico de instalaciones eléctricas sin conexión, enlace ni intercambio posible.

La extensión de esta anticuada teoría a otros aspectos de las industrias que sirven intereses públicos, y singularmente de los ferrocarriles, conduce siempre, en definitiva, a estados caóticos difíciles de corregir y estaría en contraposición con la universal tendencia de unificación a que antes hemos aludido.

La elección de un sistema determinado para la

electrificación de los ferrocarriles españoles no cabía hacerla más que entre los sistemas de corriente continua o monofásica, sin que sean de este lugar las razones por las cuales no era pertinente tomar en consideración otros sistemas o sus combinaciones.

El inconveniente mayor y gravísimo que traería consigo la adopción del sistema monofásico sería la necesidad de crear una red especial monofásica a baja frecuencia para el servicio de los ferrocarriles, lo que, además, lleva consigo la instalación de grupos especiales en los centros productores de energía, so pena de acudir a la transformación de frecuencia en subestaciones rotativas, con lo que de hecho desaparecería toda ventaja económica del sistema monofásico dentro de los límites del ferrocarril.

No es menester profundizar mucho para darse cuenta de los gastos insospechados a que daría lugar, fuera de los límites del ferrocarril, la solución de las líneas especiales de distribución, a primera vista muy atrayente.

Por otra parte, sería preciso examinar en nuestro caso qué es lo que en España representa o puede representar la electrificación de ferrocarriles para que sea posible enfocar la creación de una red especial de suministro de energía a las líneas electrificadas, polarizando elementos de producción y distribución (centrales y líneas), que dedicados a tan exclusivo fin sólo pueden tener un rendimiento pequeñísimo, recargando inútilmente los presupuestos de electrificación con cifras que pueden llegar a ser tan enormes que desaparezcan todas las pretendidas ventajas económicas del sistema monofásico y produciendo dispendios que, aplicados a líneas generales de distribución, constituirían inmensos beneficios para los intereses generales del país.

Lo que queda en España por electrificar a duras penas puede llegar a 2 500 km de líneas, y, aun así, no podemos decir que económicamente, porque en muchos casos de los que se incluyen en esta cifra la electrificación, aconsejada por razones de diversa índole, constituiría un verdadero sacrificio económico.

En el resto de los casos sólo se logrará cambiar el dinero; eso sí, mejorando notablemente los servicios y llegando a realizar beneficios (sobre todo, pasado el período de amortización de las instalaciones), si el precio de la energía pudiera irse reduciendo a medida que se pongan en explotación nuevas fuentes de producción y se vaya completando la red nacional de distribución. Ciertamente, no es un camino para esto la solución de crear una red propia que sirva los pocos kilómetros electrificables que en España existen.

La consideración de lo que puede representar el consumo de energía en el total de las líneas electrificadas o electrificables y en relación con las cifras previstas para la futura producción de energía eléctrica en España, conduce a las mismas consecuencias; dicha producción se cifra para un futuro, que los optimistas consideran relativamente próximo, pero que el firmante estima ha de requerir el transcurso de bastantes generaciones, en 15 000 millones de kilovatios-hora anuales, de los cuales, a lo sumo, 450 mi-

¹ Véase el número anterior, pág. 31.

liones, o sea solamente un 3 por 100, podrán ser absorbidos por los ferrocarriles electrificados.

La pequeña importancia de éstos como consumidores de energía no justificaría nunca, por consiguiente, la instalación de una red que sólo servirá su propio abastecimiento.

El mismo despilfarro resultaría al instalar en los centros productores de energía grupos exclusivamente dedicados a la alimentación de las líneas monofásicas, ya que las características de consumo de energía en los ferrocarriles y las garantías que a un servicio público de esta importancia han de exigirse siempre obligaría a la instalación de potencias muy grandes respecto de la media utilizable y desproporcionadas en absoluto con el consumo medio de las líneas electrificadas.

El precio-base de 6 céntimos de peseta por kilovatio-hora que indica el Real decreto de creación del Consejo de la Energía habría, por lo menos, de duplicarse. La diferencia de 6 céntimos en kilovatio-hora para un consumo medio anual de 200 000 kilovatios-hora representa 12 000 pesetas de sobregasto por año y kilómetro. La capitalización de esta cifra al 5 por 100 significa 240 000 pesetas por kilómetro, superior al gasto total de la electrificación con el sistema más caro que pueda elegirse. Pero lo probable es que a ningún precio interesaría a los productores semejante servicio, ni con un plazo largo de vigencia de contrato. El riesgo, siempre existente, de una rescisión reduciría a cero, en obligada amortización, todo el elevado capital invertido y que para nada serviría ya. Si no hay productores interesados, no habrá Sindicato como el previsto por el Real decreto antes mencionado, y desaparecerá la primera y principal actividad de dicho Consejo de la Energía.

Aun así, si las electrificaciones previstas estuvieran concentradas en uno o varios grupos de cierta densidad, sería todavía posible examinar el problema de su alimentación con líneas especiales; pero estas electrificaciones se encuentran salpicadas por todo el territorio nacional, resultando, por consiguiente, mucho mayores las perturbaciones que pudieran originarse por la especialización de los elementos de consumo y distribución.

Estas afirmaciones podrán parecer exageradas a los que sólo han oído hablar de la electrificación como una panacea para la solución radical de los muchos males que afectan a los servicios de ferrocarriles, o a los que conozcan los resultados de la electrificación de la Rampa de Pajares, publicados en un folleto que la Compañía del Norte editó en su tiempo. Esta última electrificación es un caso único y especialísimo; y en cuanto al resto de lo posiblemente electrificable en España, en su gran mayoría no posee ni poseerá en mucho tiempo el enorme tráfico que en otros países puede hacer una buena operación financiera de la inversión de los enormes capitales que exige la electrificación.

La electrificación de Pajares es también un caso en el que resalta la sumisión de los mejores intereses de momento de un caso particular a los más generales que en lo futuro pueden preverse.

En efecto, el sistema más indicado para tal caso particular, habida cuenta de la economía de la instalación y de las características particulares de ésta (gráficos de trenes constituyendo una malla con iguales velocidades para los trenes ascendentes que descendentes y recuperación de energía), era el sis-

tema trifásico; sin embargo, se adoptó el de corriente continua a alta tensión, con vistas a la extensión de la electrificación a otras secciones de la línea, donde hubiera sido una equivocación establecer el sistema trifásico o instalar líneas especiales o subestaciones transformadoras de frecuencia allí donde podrían utilizarse las instalaciones generales ya existentes.

Fué también otra razón que indujo a la adopción de esta clase de corriente la decisión de electrificar en corriente continua los ferrocarriles de Francia, Inglaterra, Holanda, India inglesa, Indias Neerlandesas, Australia y Dominios del Sur de África, o que en los centros industriales europeos dió lugar a la creación de una porción de fábricas especializadas en la construcción de material de esta naturaleza.

La adopción de la corriente continua en España había de permitir que toda esta industria acudiera a los concursos que se realizaran, y, efectivamente, así ha ocurrido en los que hasta ahora se han efectuado para equipar algunas líneas en nuestro país, dando lugar a una competencia durísima y, como consecuencia, a la obtención de rebajas muy importantes, que han permitido hacer las adjudicaciones de material a precios ventajosos, sin detrimento de sus cualidades técnicas.

Inclinaron también a la Compañía del Norte a la adopción de la corriente continua, en lugar de la monofásica, las condiciones perfectas en que se lleva a cabo la recuperación de energía en locomotoras que utilizan aquella clase de corriente, resultado que, por lo menos en aquella época, no era, ni mucho menos, tan perfecto en las locomotoras monofásicas, donde, si bien se ha resuelto el problema técnicamente, es escasísima la cantidad de energía realmente recuperable, a causa del bajo factor de potencia con que se recupera; extremos a considerar en ciertos perfiles españoles, donde es razonable que pretendan aprovecharse las fuertes pendientes (hasta de 20 milésimas, o aun más) para la obtención de energía recuperada.

Otras razones cuya oportunidad no puede desconocerse movieron asimismo el ánimo de la Compañía del Norte al adoptar para la electrificación de sus líneas la corriente continua a alta tensión. Considero, en efecto, un hecho probable la penetración en España de las líneas de ancho francés, supuesto convertido hoy día en realidad, ya que actualmente están circulando máquinas francesas que toman corriente española entre Hendaya e Irún, y máquinas españolas que consumen energía francesa entre Irún y Hendaya, y se han comenzado ya las obras para el estrechamiento de la línea de Barcelona a San Juan de las Abadesas, con objeto de hacer trenes directos entre dicha capital y diversos puntos de Francia; se habla también de la conversión al ancho internacional del ferrocarril de San Sebastián a la Frontera francesa, del estrechamiento de la línea de Lérida a Saint Giron...

En estas condiciones, hubiera sido un error político que la Compañía del Norte adoptara en sus líneas fronterizas un sistema de corriente distinto al empleado en la electrificación de las líneas francesas, incurriendo, al establecer este nuevo valladar entre nuestras líneas y sus inmediatas extranjeras, en las mismas censuras que aun hoy día se dirigen acremente contra los que, en su tiempo, adoptaron para las líneas españolas un ancho distinto del internacional.

No es tampoco difícil presumir que análogas razo-

nes habrán impulsado en gran parte el estudio que para la electrificación de sus líneas en corriente continua tiene hecho la Compañía de M. Z. A.; donde aquella electrificación adquiere más dificultades e importancia, que es en la región catalana, hubiera, sin duda, parecido extraño la adopción de otra clase de corriente que hubiera dejado las líneas de dicha Compañía emparedadas entre las de sus dos vecinos, el Norte y el Midi, electrificadas con corriente continua.

Aparte de estas mismas consideraciones de carácter general, tuvo también muy en cuenta la Comisión de Electrificación, para la elección de sistema, la cuestión del peso específico de los tractores, bastante más elevado para los de corriente monofásica que para los de corriente continua, detalle importantísimo si se considera la diferencia de condiciones en que se remolcan los trenes en otros países con perfiles llanos y aquellas en que se ejerce la tracción en la mayoría de las líneas españolas; el peso específico para esta clase de material, el peso por asiento en los coches, así como el peso por tonelada en los vagones, son puntos importantísimos a considerar en relación con la electrificación de nuestros ferrocarriles. La disminución de los pesos específicos obtenida recientemente para el material monofásico es a costa de la condensación de la potencia en grandes motores, lo que conduce, por un lado, a las grandes cargas por eje motor, inadmisibles en nuestro país, y por otro lado, el empleo de bielas de transmisión, cuyo empleo no es tampoco recomendable en España, ya que las curvas de pequeño radio, muy generalmente empleadas en nuestras líneas, determinan caldeos y roturas frecuentes; estos inconvenientes desaparecen con el empleo de locomotoras de corriente continua, en las que existe mucha mayor flexibilidad para la obtención de una determinada carga por eje a igualdad de potencia en la locomotora.

En los países donde se mueven grandes volúmenes de tráfico, pueden, sin duda, hacerse instalaciones dedicadas exclusivamente a unos y otros servicios; en Alemania, por ejemplo, se emplea la corriente monofásica para los trenes pesados de largo recorrido; pero se prefiere la corriente continua para su aplicación a líneas dedicadas preferentemente al servicio de cercanías con automotores, para cuyo servicio es mucho más indicada la adopción de corriente continua que la de la monofásica. En España, donde en ningún caso los tráficos actuales o previstos justifican semejantes decisiones, es preciso buscar una solución con la que pueda hacerse frente tanto a los servicios de trenes de largo recorrido, como a los servicios de cercanías; tanto a los servicios de las líneas de mayor tráfico, como a aquellas donde el tráfico es débil; y en este aspecto la corriente continua propuesta, con su gradación de tensiones, satisface plenamente las necesidades generales en todas y cada una de las líneas españolas cuya electrificación es dable prever.

Si de estas razones de índole general descendemos a las especiales, económicas y técnicas, es evidente que, en cuanto a estas últimas propiamente estudiadas, nada tienen que echarse en cara ambos sistemas; tan perfecto es el uno como el otro, si bien cada uno tiene su campo especial de aplicación; y en España le tiene mayor el de corriente continua, como lo prueba la orientación más o menos intuitiva seguida hasta ahora en las electrificaciones españolas y que da lu-

gar a que hoy día existan en España 1 300 kilómetros de líneas electrificadas con corriente continua a varias tensiones y solamente 89 kilómetros electrificados con corriente alterna, trifásica o monofásica.

El sistema de corriente monofásica tiene una aplicación definida por razones técnicas: es aquella en que sea necesario el remolque de trenes muy pesados (5 000 ó más toneladas, como sucede en el caso del Virginian Railway, en los Estados Unidos de América del Norte), por lo que las intensidades correspondientes serían muy difíciles de captar en servicio normal con el empleo de corriente continua; y tiene también otra aplicación definida por razones económicas, y es cuando el tráfico sea tan reducido que el material motor necesario sea muy escaso y, por consiguiente, su mayor coste esté con creces compensado con el menor coste de la instalación fija, mientras que el alejamiento de las subestaciones disminuye su costo y las permite trabajar con aceptable factor medio de carga.

Fuera de estos casos extremos, la aplicación del sistema de corriente continua es general, y, como hemos dicho, se adapta en sus tensiones de 750, 1 500 y 3 000 voltios a todos los casos de tráficos más comúnmente encontrables tanto en España como en Europa.

En las líneas de tráfico medio tiene su mejor indicación; Italia, país cuyas líneas presentan gran semejanza con la mayoría de las nuestras, así lo ha comprendido, sin duda, y emplea la corriente continua a 3 000 voltios en las nuevas electrificaciones, cuando mucho más fácil le hubiera sido el empleo de la corriente monofásica, por tener ya construídas redes a baja frecuencia y centrales especializadas para la tracción.

En el terreno puramente económico, la ventaja del sistema monofásico reside, según sus propugnadores, en su gran economía de instalación, comparada con el de corriente continua; hora es ya de deshacer este equívoco, sobre todo en lo que atañe a las líneas cuyas condiciones de trabajo son las que se dan en la mayoría de las que en España son electrificables.

Se han barajado con frecuencia en este asunto muchos tantos por ciento, con resultados eminentemente erróneos, porque no se ha procedido con arreglo a la realidad y a la práctica. En un caso de condiciones medias de tráfico, como repetimos, es el de la mayoría de las líneas que en España pueden electrificarse; por ejemplo, la de Alsasua a Irún, de la Compañía del Norte (electrificada con corriente continua a 1 500 voltios), las líneas de contacto representan un 40 por 100 del coste total de la electrificación; las subestaciones, un 10 por 100; el material motor, un 45 por 100 y un 5 por 100 las obras accesorias.

La instalación de una línea monofásica reduciría el cobre necesario en un 80 por 100; pero como el cobre instalado en la línea de corriente continua sólo alcanza un 25 por 100 del total presupuesto de ésta, la economía obtenida por este concepto en el presupuesto de la línea sería de un 20 por 100. La mayor parte de dicho presupuesto lo absorben los gastos de conservación general, trenes de trabajo y montaje, los que no habrán de variarse sensiblemente para uno y otro caso; es mayor, en cambio, el coste de gran parte del material eléctrico y menor el de los postes y sus cimentaciones.

La consideración de estas últimas partidas podrá introducir una economía suplementaria de otro

15 por 100 con el empleo de la línea monofásica, lo que en total supone un ahorro del 35 por 100 respecto de la línea de corriente continua; esto, a su vez, representa un 14 por 100 de economía en el presupuesto total de la electrificación.

Suponiendo que las subestaciones sean de pura transformación y no de conversión, se realizaría en ellas una economía del 30 por 100, que representa un 3 por 100 del presupuesto total, la partida de ahorro que produciría el empleo de la corriente monofásica se cifraría en un 17 por 100 del presupuesto.

El sobreprecio de instalación con la corriente monofásica corresponde al material motor y puede variar del 10 al 20 por 100 para una locomotora de características análogas a las necesarias, con corriente continua, y del 15 al 25 por 100 para los coches automotores; en promedio debe tomarse un 14 por 100 para todo el material motor, lo que representa un aumento del 6 por 100 en el total presupuesto, con la hipótesis favorable hecha respecto a las subestaciones.

En la partida de gastos accesorios de la electrificación es muy importante el referente al traslado de las líneas de comunicaciones telegráficas y telefónicas. Es evidente que este gasto es muchísimo mayor con el empleo del sistema de corriente monofásica, que determina una zona de interferencia muy grande, dando lugar a la adopción de medidas de protección de elevado coste; estos gastos no son necesarios con el empleo del sistema de corriente continua, pues, como se ha observado en las electrificaciones de esta naturaleza, las perturbaciones originadas en las líneas de que se trata, afectas al servicio del ferrocarril, son muy tolerables y no llegan nunca a perturbar dicho servicio.

Esto no quita para que en algunos países y por otras razones, entre ellas las de llevar paralelamente a las líneas electrificadas con corriente continua las líneas de alimentación con corriente trifásica a alta tensión, se haya creído necesaria la separación de las líneas telegráficas y telefónicas de la explanación del ferrocarril, especialmente en lo que se refiere a las líneas de comunicaciones públicas y del Estado. Las perturbaciones realmente sentidas por efecto exclusivo de la corriente continua son, efectivamente, de cierta importancia para estas líneas generales de comunicación, con servicio muy recargado, lo cual no impide que en algunos casos, tanto en el extranjero como en España, se hayan llegado a sentir los efectos perniciosos de la corriente continua «antes de puestas en tensión las líneas de trabajo»; indica esto, sin duda, cuánto de ilusorias tienen a veces las perturbaciones que en muchos casos se achacan a la corriente de tracción. Sea lo que fuere, el aumento de gastos que traería consigo el empleo de la corriente monofásica es por este concepto muchísimo mayor y alcanzaría, por lo menos, a un 5 por 100 del total del presupuesto.

Nos encontramos, pues, que, en resumen, la economía total en favor del sistema de corriente monofásica oscila alrededor de un 5 por 100; economía, como hemos dicho, variable con el tráfico de la línea y que tiende a disminuir a medida que aumente éste, si no es posible hacer trenes de gran tonelaje. Pero aunque estos datos sirvan para dar una idea del orden de las citadas economías, hemos de repetir que somos enemigos de barajar tantos por ciento; si este

estudio comparativo se encuentra interesante, habrá de hacerse muy a fondo y partiendo de proyectos detallados en los que queden servidos los tráficos con iguales garantías, empleando precios reales obtenidos en otras electrificaciones recientes y proscribiendo los deducidos de anteproyectos más o menos teóricos. Deberán después estudiarse los gastos de explotación (en cuanto se refiere al material tractor, más elevados con el empleo de corriente monofásica por el mayor consumo de energía como consecuencia de su mayor peso y de sus mayores gastos de conservación), los rendimientos de las instalaciones y, en su caso, el coste y gastos de explotación de las líneas monofásicas (y cuando hayan de crearse los de corriente trifásica para alimentación de las subestaciones de corriente continua la carga que supone el menor aprovechamiento de aquéllas, y que en cuanto a los gastos de transmisión representan un sobreprecio del 40 por 100 en el coste de la energía, gravada también por un 30 por 100 de aumento en las centrales con generación mixta), y el coste de la instalación de centrales monofásicas o de subestaciones convertidoras especiales, prescindiendo ya de la estimación económica de las mayores garantías que para el servicio pueden ofrecer las redes generales de corriente trifásica.

Si a esto se añaden las perturbaciones de orden general que la futura adopción de la corriente monofásica acarrearía a la explotación de los ferrocarriles y el daño que se inferiría a la economía general del país, no es difícil deducir la secundaria importancia de las economías que en algunos casos pudieran hallarse, en los gastos puros de primer establecimiento, con la adopción del sistema de corriente monofásica.

Las electrificaciones son evidentemente caras, dentro y fuera de España, cualquiera que sea el sistema de corriente empleado; tanto, que mirado desde un punto de vista general, puede afirmarse que la economía no es patrimonio de un sistema ni de otro y que su aplicación debe ser, y ha sido, en todas partes, cuestión de oportunidad. Razones económicas son las que motivan la lenta progresión de la electrificación en todos los países, ya electrifiquen con corriente continua o con corriente monofásica; si alguna claridad, algo más que la engañosa media luz a que antes hemos aludido, alumbrara este terreno, a ella se hubieran dirigido los esfuerzos de todos los países interesados en el trascendental empeño de la electrificación de sus líneas de ferrocarriles.

Así, pues, y como resumen de todas estas consideraciones, destaca, repetimos, la del interés general del país, estrechamente ligada, a nuestro juicio, a la adopción de un criterio único que responda a las necesidades de orden general y no de casos particulares, teniendo siempre en cuenta que, si es natural que se encuentren circunstancias en las que hubiera sido más económico y más indicado el empleo de otra clase de corriente que la continua, en todo caso se hace necesario considerar, juntamente con otros intereses públicos de importancia grande, los de la mayoría de las líneas y no de los casos especiales, y que, como vulgarmente se dice, «lo mejor es enemigo de lo bueno».

Para terminar, y como estado o situación de hecho, señalaremos que la solución de electrificar por corriente continua es apadrinada por las Compañías ferroviarias, por los constructores de maquinaria eléctrica, incluso aquéllos que poseen la máxima experiencia en la tracción por corriente monofásica, y,

finalmente, por los productores de energía eléctrica. Todas estas representaciones tienen su convencimiento formado de modo inquebrantable, y preciso es confesar que son los más interesados en una acertada solución. Las dudas han surgido, exclusivamente, en el organismo oficial encargado de desarrollar ejecutivamente el programa de electrificaciones ferroviarias, desarrollo que, según el Real decreto que dió

vida a aquel organismo, habría de basarse en el informe y propuesta de la extinguida Comisión.

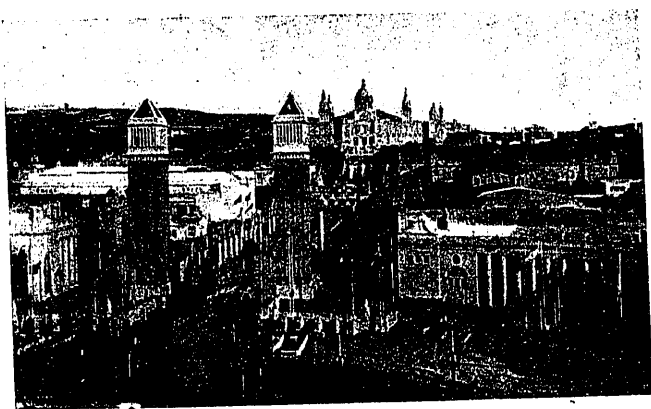
Bajo su exclusiva responsabilidad, el firmante de este artículo se aventura a hacer una predicción basada en el aforismo francés «si expulsáis lo natural, vuelve al galope». Es decir, que las electrificaciones ferroviarias españolas se harán con corriente continua. O no se harán.

L. SANCHEZ-CUERVO
Ingeniero de Caminos

Los servicios eléctricos de la Exposición Internacional de Barcelona

De indudable interés cuantas instalaciones muestra esa Exposición a quienes la visitan, máxime cuando algunos, por no decir una gran parte, de los visitantes llevan el prejuicio que, por ley de con-

muchos de los elementos de su construcción, y en definitiva su agrupación en un conjunto único hasta el día, podemos muy orgullosamente reclamar la paternidad exclusivamente nacional, contribuyendo con ello a demostrar (tal vez con singular éxito por su carácter espectacular), junto con el alarde económico de la apertura simultánea de dos espléndidos Certámenes (con sus múltiples demostraciones de diversas actividades nacionales), que si nuestro pasado merece el abolengo que demuestran las soberbias exhibiciones del Palacio Nacional, así como las instalaciones de la Plaza de América del Certamen sevillano y otras tantas, logradas sin reducir apreciablemente el patrimonio repartido por toda la Nación, no es tampoco despreciable nuestro presente, ni se nos puede tachar de extremadamente



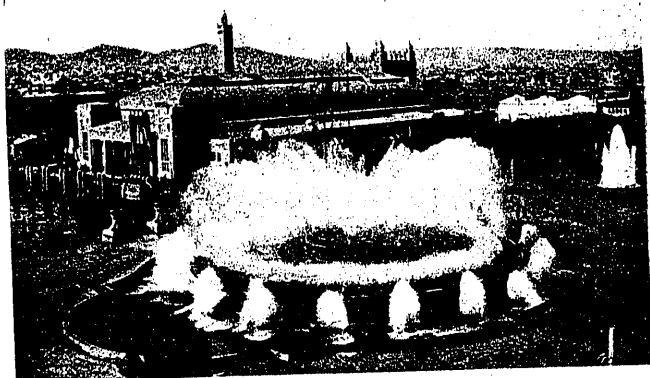
Fot. 1.ª Entrada a la Exposición. En la torre de la derecha está el cuadro general de mando a distancia para el cambio de colores de la Avenida María Cristina, Plazas escalonadas y fachada del Palacio Nacional

trastes, nos resulta actualmente beneficioso, de nuestra estatización—como juicio más favorable—, dos instalaciones puramente nacionales, independientemente del carácter de la Exposición, resultan para la mayoría de ellos las más destacadas: el conjunto de



Fot. 2.ª Avenida María Cristina

recuerdos y bellezas arquitectónicas, acumulado en el Pueblo Español, y el alarde de arte, técnica y ejecución, presentado en las iluminaciones y juegos de aguas, ya que, para la concepción de éstas,



Fot. 3.ª Gran surtidor

optimistas si aspiramos y auguramos un no menos espléndido porvenir.

Y por considerarlo de posible interés, ya que una de las modernas características es la invasión de la técnica en los campos más alejados de ella, al parecer del profano, damos a continuación una somera idea de estas instalaciones, gracias a la amabilidad del jefe de estos servicios, el ingeniero industrial Sr. De Lasarte, e ingenieros a sus órdenes, que nos suministraron cuantos datos solicitamos y nos acompañaron en nuestra visita a las instalaciones, avalorándola con completísimas explicaciones.

Dadas las características del consumo de energía eléctrica (instalación de una gran potencia—45 000 kilovoltios-amperios instalados—de duración muy imprecisa y coincidencia de los máximos de consumo