

LOS FERROCARRILES DE  
ANDALUCÍA EN LA

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

OBRAS PÚBLICAS

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

OBRAS PÚBLICAS

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

1853-2003





LOS FERROCARRILES DE ANDALUCÍA  
EN LA  
REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS  
1853-2004

Sevilla 2007

Los FERROCARRILES de Andalucía en la Revista de Obras Públicas:  
1853-2004 / edición a cargo de, Caballero Casado, Rosario Rey Muñoz y  
Teresa Sánchez Lázaro.-- Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Transportes,  
2007

336 p. : il. fot.; 24 cm.

D.L.: M-49870-2007 .-- ISBN 978-84-8095-522-5

1. Transporte-Infraestructuras-Andalucía-España 2. Transporte-  
Infraestructuras -Redes y Líneas Ferroviarias 3. Publicaciones periódicas-  
España I. Caballero Casado, Carlos II. Rey Muñoz, Rosario III.  
Sánchez Lázaro, Teresa IV. Andalucía. Consejería de Obras Públicas y  
Transportes

© JUNTA DE ANDALUCÍA. Consejería de Obras Públicas y Transportes  
Edición a cargo de: Carlos Caballero Casado, Rosario Rey Muñoz y Teresa Sánchez Lázaro, con la colaboración de María Gómez  
Coordinación técnica: Dirección General de Planificación. Servicio de Publicaciones

Nº de Registro: JAOP/PL-54-2007

ISBN: 978-84-8095-522-5

Diseño: Graphimag

Maquetación y fotomecánica: A.M. Centro Gráfico

Impresión y encuadernación: Brizzolis arte en gráfica

Depósito Legal: M-49870-2007

Andalucía fue pionera en la introducción de la alta velocidad ferroviaria a finales del siglo veinte. Quince años de experiencia confirman que sólo los transportes colectivos pueden garantizar la continuidad y capacidad de un servicio cuya demanda no deja de crecer.

La Junta de Andalucía sigue impulsando el desarrollo de proyectos para la modernización del ferrocarril, como clave de futuro. Especial mención merecen las líneas de alta velocidad que unirán todas las capitales andaluzas entre sí, identificadas con el lema *la alta velocidad Junta ciudades de Andalucía*.

Asimismo, el transporte metropolitano resolverá sus grandes problemas a través de ferrocarriles metropolitanos, metro ligero y tranvías. Todo ello, sin olvidar que Andalucía tiene una red privilegiada de ciudades de tamaño medio para las cuales los servicios de cercanías deben desarrollarse como grandes telas de araña en torno a las estaciones de alta velocidad.

El protagonismo actual del ferrocarril puede interpretarse como una nueva oscilación en el pulso histórico entre ferrocarriles y carretera. Un cambio de rumbo en los planteamientos del transporte que invita a echar la vista atrás. Leyendo alguno de los artículos que se recogen en este volumen se puede comprobar que alrededor de 1935, cuando las carreteras empezaron a tener un tráfico regular, existió una corriente de opinión que creía muy próximo el fin de los ferrocarriles. Sin embargo, cincuenta años más tarde una serie de adelantos de la técnica ferroviaria dieron un vuelco a la situación abriendo paso a los transportes rápidos sobre carril.

Los artículos e informaciones reproducidos en este volumen se publicaron originalmente en la *Revista de Obras Públicas* entre 1853 y 2004. La recopilación y edición ha sido preparada por el *Programa de investigación y difusión del patrimonio de obras públicas de Andalucía*, un servicio puesto en marcha por la Consejería de Obras Públicas y Transportes en 2003. Su principal actividad es el estudio y la valoración histórica de las obras públicas antiguas sobre las que la Consejería debe actuar, combinada con la creación de un banco de información técnica sobre ingeniería civil.

*Los ferrocarriles de Andalucía en la Revista de Obras Públicas 1853-2004* es la segunda entrega de una serie que se inició con dos volúmenes sobre carreteras y continuará con otro volumen sobre puertos. La Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía desea compartir esta excelente fuente de información con los lectores e iniciar nuevas colaboraciones como la establecida con el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, responsable de la *Revista de Obras Públicas*.

Concepción Gutiérrez del Castillo  
Consejera de Obras Públicas y Transportes



# ÍNDICE

Introducción Teófilo Serrano Beltrán . . . . .	11
Ferrocarril de Andalucía. 4ª sección: comprende desde la entrada del valle del Guadiato hasta Córdoba José Soler de Mena . . . . .	13
Dirección de la explotación del ferrocarril entre Jerez, El Puerto y Cádiz Luis Díez, Juan V.Vergara . . . . .	35
Ferrocarril entre Jerez, El Puerto de Santa María y Cádiz. Cuenta general de los productos y gastos de la explotación desde 1º de enero hasta 30 de junio de 1855 Luis Díez, Juan V.Vergara . . . . .	43
Breve reseña del progreso de los ferrocarriles en España . . . . .	47
Estado de los ferrocarriles españoles en fin de octubre de 1856 . . . . .	53
Carta indicando el estado de los caminos de hierro de España en 1º de enero de 1867, 1868 y 1869 . . . . .	59
Los ferrocarriles españoles M[Agustín Monterde] . . . . .	67
Catálogo de algunos de los planos y modelos remitidos a las Exposiciones Universales de París y Viena . . . . .	81
Ferrocarriles internacionales. Líneas a la frontera de Portugal Eusebio Page . . . . .	93
Ferrocarril de Linares a Almería. Trozo de Moreda a Guadix Rogelio Inchaurreandieta . . . . .	101
Viaducto sobre el Múrtiga, en el ferrocarril de Zafra a Huelva . . . . .	107
Línea férrea de Linares a Almería Francisco J[avier] Cervantes . . . . .	111
Gran viaducto sobre el Salado, de la línea de Linares a Almería. Corrimientos de los tramos metálicos . . . . .	117
Almería. Inauguración del ferrocarril Manuel Maluquer . . . . .	123

La nueva vía de los Ferrocarriles Andaluces E[duardo] Navarro Beltrán .....	131
La comunicación más directa y rápida entre Europa y África Carlos Fesser .....	137
Un trazado ultra-rápido para el París-Algeciras Luis R[odríguez] Arango .....	141
La incautación por el Estado de los Ferrocarriles Andaluces R[afael] Coderch .....	147
La explotación de ferrocarriles durante la guerra de liberación José M <sup>a</sup> García Lomas .....	151
La sustitución de puentes en las antiguas líneas de Ferrocarriles Andaluces Alberto Viader Muñoz .....	171
Planeamiento de la red del metro de Sevilla José María Aponte, Fernando Bernaldo de Quirós .....	203
La red arterial ferroviaria de Sevilla Carlos Funes Palacios .....	219
Compatibilidad entre trenes de viajeros de alta velocidad y trenes tradicionales de mercancías Andrés López Pita .....	225
Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de alta velocidad Córdoba-Málaga Jesús M. de la Fuente González, Juan A. Gil Gandía, Noelia Alonso Fernández .....	241
<b>NOTAS DE REDACCIÓN (1853-2003) .....</b>	<b>265</b>
Ferro-carril de Jerez al Trocadero .....	267
Noticias varias .....	268
Tasación de los trabajos ejecutados en el Ferro-carril de Sevilla a Cádiz .....	268
Línea Córdoba a Cádiz .....	269
Ante-proyectos del Plan General de Ferrocarriles (Andalucía) .....	269
Ferrocarril de Cádiz a Gibraltar .....	285
Proyecto de un ferrocarril de Cádiz a Gibraltar .....	286
Ferrocarril de Sevilla a Mérida .....	286
Noticias varias .....	287
Ferrocarriles españoles .....	287

Tranvía eléctrico en Linares . . . . .	288
El ferrocarril de Moreda a Granada . . . . .	288
El ferrocarril de Murcia a Granada . . . . .	288
La línea de Linares a Almería . . . . .	288
Tranvía de Granada . . . . .	288
Ferrocarril de Ayamonte . . . . .	288
Tranvía eléctrico en Sevilla . . . . .	288
Tranvía aéreo en Almería . . . . .	288
Ferrocarril de Moreda a Granada . . . . .	288
Ferrocarril elevado en Almería . . . . .	289
Ferrocarril de las minas de Cala al Guadalquivir . . . . .	289
Obras de la vía de los ferrocarriles andaluces . . . . .	289
Ferrocarriles secundarios en la provincia de Cádiz . . . . .	289
Ferrocarril de Calasparra a Baza . . . . .	289
Prolongación del ferrocarril de Almería a Sorbas . . . . .	289
Tranvía de Baeza a Úbeda . . . . .	289
Ramales del tranvía de Linares . . . . .	289
Ferrocarril de Calahonda . . . . .	290
Ferrocarril en Málaga . . . . .	290
Ferrocarril de Alhama a Tocón . . . . .	290
Material para los ferrocarriles andaluces . . . . .	290
Ferrocarril de Granada a Almería . . . . .	290
Tranvía eléctrico de Huescar a Baza . . . . .	290
Ferrocarril de Baza a Guadix . . . . .	290
Nuevo empalme de Moreda a Granada . . . . .	290
Tranvía eléctrico en Málaga . . . . .	290
Tranvía eléctrico en Cádiz . . . . .	290
Ferrocarril y puerto de Motril . . . . .	291
Ferrocarril de Peñarroya a Pozoblanco . . . . .	291
Ferrocarril de Málaga a Torre del Mar . . . . .	291
Los ferrocarriles de urgente construcción . . . . .	291
El ministro de Obras Públicas en Granada, Málaga, Asturias y Aragón . . . . .	291
Inauguración de la línea ferroviaria electrificada Baeza-Córdoba . . . . .	294
Acondicionamiento del paso a nivel de la estación de Baeza . . . . .	294
Sustitución del puente de Gobernador en la línea férrea de Linares a Almería (P. K. 119/330) . . . . .	295
Ferrocarril Málaga-Fuengirola . . . . .	296

Las obras del metro de Sevilla canceladas definitivamente . . . . .	297
El gasto ambiental encarece el TAV Madrid-Sevilla en 3.900 millones . . . . .	297
El programa ferroviario andaluz cuesta 25.450 millones . . . . .	297
El AVE invirtió cuatro horas de Madrid a Sevilla en las pruebas oficiosas . . . . .	298
Línea de alta velocidad Córdoba-Málaga . . . . .	299
Recuperación de trazados de ferrocarril para el ocio . . . . .	300
Ferrocarril Sevilla-Faro . . . . .	300
El AVE Córdoba- Málaga se pone en marcha . . . . .	301
Nuevo tramo del AVE a Málaga . . . . .	301
Inicio de las obras de mejora de los accesos ferroviarios al aeropuerto de Málaga, por Dragados-Tecsa y Comsa respectivamente . . . . .	302
ÍNDICE ONOMÁSTICO . . . . .	305
ÍNDICE TOPONÍMICO . . . . .	309

# Introducción

Teófilo Serrano Beltrán

Después de un primer estudio histórico sobre las carreteras de Andalucía, le corresponde ahora el turno al ferrocarril. Siguiendo con la metodología utilizada en el trabajo anterior, se rescatan importantes trabajos publicados en su día, ya hace más de cien años en algunos casos, por la *Revista de Obras Públicas*. Estos escritos abarcan un amplio periodo desde la segunda mitad del siglo XIX hasta el inicio del siglo XXI.

El ferrocarril representó un gran hito en el desarrollo del transporte del siglo XIX y su influencia en la consolidación de la revolución industrial es bien conocida como una relación íntima entre el uno y la otra. El ferrocarril no hubiese sido posible sin los avances industriales de la época y, a su vez, la industria y el comercio se vieron enormemente potenciados por la existencia del mismo. Por otra parte, el ferrocarril introdujo un importante factor de calidad de vida al reducir de modo muy considerable los tiempos de viaje facilitando así los desplazamientos que permitieron importantes intercambios culturales y aumentaron el grado de conocimiento entre diferentes pueblos y formas de vida, así como la accesibilidad y la comunicación entre distintos territorios.

En el caso de Andalucía, su comunicación con el resto de España y Europa constituyó una de las principales tareas a abordar por la industria ferroviaria de la época. No debe olvidarse que en aquel tiempo, la construcción y explotación de nuevos ferrocarriles era un empeño sustancialmente abordado por el capital privado mediante el uso de mecanismos concesionales, que en nuestros días vuelven a estar de actualidad y que a algunos parecen en su denominación anglosajona (Public Private Partnership) el colmo de la modernidad. Como es bien conocido y los trabajos aquí presentados demuestran, el uso de los PPP es notablemente antiguo y ya fue utilizado en el pasado como una muestra de la confianza que desde el sector privado se tenía en las posibilidades de Andalucía y su necesidad de conectarla adecuadamente con las grandes redes ferroviarias españolas y europeas.

En los trabajos a los que sirven de introducción estas notas se describen, con la prosa amena y ciertamente literaria de los ingenieros de la época, los trazados y características de las líneas andaluzas que posteriormente serían objeto de concesión. Causa una sana envidia comprobar la amenidad de las descripciones técnicas y produce nostalgia su comparación con los a menudo abstrusos e ininteligibles textos que producen los ingenieros actuales, eso sí, bien empaquetados en enormes e inmanejables documentos de formato A3 cuya vocación última parece ser la de no lograr lector alguno.

Atraen también la atención los estudios económicos que se realizaban en aquel tiempo para evaluar la viabilidad económica de determinados proyectos ferroviarios. Hay que destacar su claridad de exposición y la sencillez de los estados de cuentas presentados que, no obstante, cumplen a la perfección con el objetivo de sus autores, que no era otro que el de informar con precisión a los lectores de los resultados previsibles de la explotación que se tenía intención de llevar a cabo. Me atrevería a decir que el grado de acierto de estas previsiones no fue ni mucho menos menor del que se logra en nuestros días con la utilización de sofisticados medios técnicos de cálculo que desgraciadamente no han avanzado mucho más en la predicción de desviaciones de costes.

Como tenemos ocasión de comprobar, la *Revista de Obras Públicas* ofrecía con periodicidad a sus decimonómicos lectores una completa recopilación sobre el estado y la evolución de la construcción de nuevos ferrocarriles, así como los avances producidos en materia de contratos de concesión. Lo primero que nos llama la atención de estos informes es la diligencia y la relativa rapidez (sobretudo teniendo en cuenta los medios técnicos disponibles) con la que se producía la construcción de nuevas líneas. Conviene recordar que entre 1848 y 1903 se pusieron en servicio 11.295 kilómetros de red ferroviaria, lo que equivale a una media de 55 kilómetros al año, lo cual es una cantidad respetable para la época. Todo ello además partiendo de unos recursos económicos más bien escasos en los que la aplicación de capitales privados era imprescindible.

Por lo que a Andalucía se refiere, sabemos que el ferrocarril Madrid-Sevilla con sus 571 kilómetros de longitud, se inició en el año 1851 y se terminó en el año 1859, es decir, se emplearon alrededor de ocho años en su construcción, cifra esta por cierto no muy alejada de los plazos de ejecución de las modernas líneas de alta velocidad para las que contamos con recursos técnicos significativamente superiores. Bien es verdad que en aquellos días las exigencias ambientales eran prácticamente inexistentes y que la utilización de la mano de obra se realizaba de un modo que hoy nos parecería, con toda justicia, inadmisibile.

La comunidad autónoma de Andalucía tiene una rica relación con el ferrocarril, tanto si volvemos la vista al pasado como si contemplamos el futuro. Puede decirse que en Andalucía se ha dado el nexo más claro entre la antigüedad y la modernidad del ferrocarril. Si como ya hemos visto, en el siglo XIX se construyó la línea Madrid-Sevilla que supuso un hito para las comunicaciones con el resto de España, desterrando las diligencias, al final del siglo XX se construyó y puso en servicio en cinco años la primera línea de alta velocidad que ha supuesto un revulsivo de tal naturaleza que a ella se asocia el renacido interés por el ferrocarril en España; si, como ya hemos dicho, la primera línea férrea supuso el fin de las diligencias, la nueva línea AVE ha significado un desplazamiento importantísimo de usuarios de otros modos de transporte hacia el ferrocarril.

Sin el éxito de la construcción y explotación del AVE Madrid-Sevilla, difícilmente se hubiesen planificado y ejecutado el cúmulo de actuaciones de alta velocidad que en estos momentos se llevan a cabo en España y desde luego en Andalucía. No hay más que pensar en la conexión Córdoba-Málaga y en el empeño que supone para la Junta de Andalucía su participación en la construcción del eje ferroviario transversal que unirá Huelva con Almería, pasando por Sevilla y Granada.

Otro elemento de modernidad ligado al ferrocarril en Andalucía tiene que ver con las recientes inversiones en ferrocarriles metropolitanos y tranvías. En esta publicación se recoge un artículo de la *Revista de Obras Públicas* fechado en 1974 sobre la red de metro en Sevilla que adelantaba algunas de las ideas que se han ejecutado con posterioridad. Finalmente y tras algunas dilaciones y no pocas reflexiones, la red de metro de Sevilla se ha iniciado 30 años después de la redacción del artículo que aquí se comenta. Junto al metro de Sevilla se están construyendo los de Málaga y Granada lo que supone una clara demostración de la apuesta decidida de los poderes públicos andaluces de dotar a esta tierra de transportes públicos moderno.

Hemos visto cómo el ferrocarril posee, en el caso de Andalucía, una presencia constante que además liga el pasado con el futuro. Tuvo una importancia capital en el siglo XIX y en el siglo XXI formará parte de sus principales señas de identidad.

Espero que todos disfruten con la lectura de los interesantísimos trabajos que aquí se presentan y sólo me resta agradecer al Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos su colaboración y a todas las personas que han hecho posible esta obra por su dedicación, profesionalidad y su más que demostrado amor al ferrocarril y a las obras públicas.

Mayo 2007

“Ferrocarril de Andalucía. 4ª sección:  
comprende desde la entrada del valle del  
Guadiato hasta Córdoba”

José Soler de Mena

*Revista de Obras Públicas*

vol. 2, nº 18, septiembre de 1854, pp. 223-227

vol. 2, nº 19, septiembre de 1854, pp. 238-243

vol. 2, nº 20, septiembre de 1854, pp. 245-252



## FERRO-CARRIL DE ANDALUCIA.

## 4.ª seccion: comprende desde la entrada del valle del Guadiato hasta Córdoba.

PROYECTO GENERAL DE LA MISMA PARA FORMAR PARTE DE LA LÍNEA DE PRIMERA CLASE DESDE MADRID Á LOS CENTROS DE PRODUCCION DE ANDALUCÍA, ORDENADO POR REAL DECRETO DE 28 DE ENERO DE 1852, Y ENCOMENDADO AL INGENIERO QUE SUSCRIBE POR REAL ÓRDEN DE 29 DEL MISMO. (1)

*Consideraciones preliminares sobre la direccion general de una linea clasificada de primer orden, en su relacion con las rasantes que han de formar un sistema, ligando los diversos centros comerciales y de poblacion de las provincias de Andalucia.*

El real decreto de 28 de enero último y real órden de 29 del mismo, mandando proceder al estudio por secciones de una línea considerada general ó de primera clase, desde Madrid á una capital importante de Andalucía en consonancia con el pensamiento político-administrativo emitido por el gobierno en 3 de diciembre, anunciaron por vez primera una solucion de la cuestion importantísima que ha de tener por objeto enlazar con un camino de hierro el centro de la monarquía y las provincias meridionales.

Para el efecto de los estudios facultativos, la cuarta seccion fue comprendida desde la entrada en el valle del Guadiato hasta Córdoba, y ella, con la seccion tercera, inauguraban esencialmente un empeño de grande interés y de importancia reconocida; á saber, la cuestion de franquear convenientemente el paso de la estensa y formidable cordillera que se levanta entre los rios Guadalquivir y Guadiana.

(1) Segun prometimos en el número 8.º de la *Revista* del año próximo pasado, empezamos hoy á dar cabida en nuestro periódico á la Memoria que el ingeniero D. José Soler de Mena presentó á la direccion general de obras públicas en dicho año, relativa al reconocimiento y anteproyecto de la 4.ª seccion del ferro-carril de Andalucía, en el punto que comprende el paso de Sierra-Morena por la cuenca carbonífera de Espiel y Belmez. Por circunstancias especiales no hemos podido presentar antes este trabajo, que por otra parte tiene hoy un interés de actualidad á causa de haber dispuesto el gobierno que se estudie la línea de Portugal enlazando los puntos de Espiel y Belmez para la explotacion de la cuenca carbonífera en que están situados.

En el presente número solo insertamos la primera parte de este interesante trabajo, que comprende las consideraciones preliminares, dejando para los siguientes la segunda y tercera, y una carta de las provincias de Andalucía para la mejor inteligencia del testo.

Ademas de estos documentos, remitió el Sr. Mena al gobierno los que siguen:

1.º Un croquis en escala de  $1/200.000$  de las localidades á que se refiere el ensayo del trazado, con indicacion del trayecto desde la divisoria principal hasta Córdoba.

2.º Sistema de pendientes generales en escala de  $1/200.000$  para las horizontales y  $1/5.000$  para las verticales.

3.º Detalles de los pasos difíciles en escala de  $1/10.000$  para las horizontales, y  $1/1.000$  para las verticales.

Y 4.º Ocho planos correspondientes á la parte tercera en escala de  $1/5.000$  para el plano y para las horizontales del perfil y de  $1/500$  para las verticales, comprendiendo la segunda parte del Guadiato y la traza propuesta.

(N. de la R.)

Los montes Marianos, tercera cordillera principal de las cuatro que se desprenden de la cadena Ibérica, dividiendo las aguas que llevan al Océano los dos rios enunciados, debian en efecto ofrecer desde el primer golpe de vista multiplicados obstáculos para el establecimiento de un ferro-carril transversalmente á la direccion general de las montañas. Un primer reconocimiento bastaba para demostrar que así era lo cierto en Sierra-Morena, en cuya dilatada estension y áspera superficie apenas se encuentra una corriente de agua verdaderamente importante, siguiéndose de ello la no existencia de valles regulares y la inadmisibile exageracion de las pendientes que subdividen infinitamente los terrenos en un laberinto de hondas quebradas y empinados cerros: una tabla de los mayores y mas rápidos desniveles, tomados en las varias direcciones que se cruzan entre los puntos extremos dados, podia probar de plano la analogia del caso con los famosos pasos de los montes Alleghanys en los Estados-Unidos, y de los Alpes Nórnicos en los Alemanes.

Esto en cuanto á una primera nocion general, préviamente deducida de sencillas consideraciones geográficas, y despues confirmada por un exámen práctico de las localidades. Y aqui entra, como en su verdadero lugar, el deseo y el deber de hacer patentes las razones tenidas para seguir el órden con que van á ser presentadas algunas ideas en la grave cuestion que es objeto de este trabajo.

Oficialmente prescrita la division de los estudios cometidos á la ciencia en preparatorios y definitivos, ¿dónde debian terminar aquellos, cuándo comenzar los últimos? En el estado actual de interés y de impaciencia con que las provincias han respondido unánimes á la noble escitacion del gobierno, la administracion reclama por momentos datos á la facultad, para completar sus pensamientos de 3 de diciembre y 28 de enero: en los casos comunes, cuando es cuestion de recorrer un valle ó de simplemente atravesar una provincia, estos datos pueden ser fácilmente recogidos, sirviendo ampliamente al uso que se destinan; pero en el grave caso de que se trata, cuando la facultad ha de luchar de frente, puede decirse, con la naturaleza, cuando hay riesgo de prejuzgar tantos intereses y de un órden tan elevado, cuando tan varias son las exigencias de localidad como las creencias en que pretenden fundarse, de muy poco servirian á la Administracion como preliminares, una tabla de desniveles y un itinerario, producto de los primeros reconocimientos. Muy obvia parecia la utilidad de avanzar, dentro del terreno de los trabajos preparatorios, mucho mas allá de las esplicaciones periódicamente suministradas durante el progreso de las exploraciones, si no habian de quedar aplazados los fundamentos de una opinion algo razonada para los dilatorios detalles de los estudios definitivos: era conveniente determinar hasta cierto grado de aproximacion la naturaleza de los obstáculos encontrados, buscar el modo de vencerlos, hacer indicacion de los recursos empleados; era necesario, en fin, presentar un *ensayo de trazado*, el cual por separado acompaña como producto del trabajo hecho en los meses del pasado estío.

Además, al paso que la ciencia toca por los medios que la son peculiares, convertir en hechos los pensamientos de la administración. la importancia, la índole y la magnitud relativas de estos mismos pensamientos, son otras tantas condiciones impuestas á la facultad para fijar el límite de los recursos á que racionalmente debe apelar, como dependientes en todos los casos de la posibilidad moral y económica; pudiera una localidad, por ejemplo, reputarse inadmisibles para servir á un determinado fin administrativo, y ella misma ser absolutamente impuesta en otro caso dado. Y si al carácter de facultad va unida la cualidad oficial subordinada al elemento de autoridad, el ingeniero no puede escusar entonces la obligación, como un deber de conciencia, de entrar en todos los detalles que directa ó indirectamente se rocen con el pensamiento, de cuya resolución científica se ocupa, y de suministrar para la necesaria ilustración cuantos datos tuviere recogidos en el círculo de su servicio especial.

Son sugeridas las indicaciones del párrafo que precede, por el deseo de justificar la intención con que, apartándose algun tanto del trazado entre el Guadiato y Córdoba, van á seguirse algunas reflexiones entrando en la cuestión mas generalmente considerada; y por lo mismo cumplia hacer presente cuanto queda espuesto, intentando desvanecer los cargos que de inoportunidad pudieran ofrecerse. Cuando á impulso sin duda de rivalidades locales se ha oido decir que ingenieros propios, y estraños pensaban de tal ó cual manera en la materia, sin que se sepa que opinion alguna haya sido publicada, que otro tanto acontecia con las personas concedoras del país, muchas de ellas respetables, y que el gobierno comenzaba á rectificar su propósito anunciado; cuando cada una de las provincias interesadas funda el éxito de sus esperanzas ó de sus ilusiones en la premura con que se anticipa á las demas, pidiendo concesiones mas ó menos meditadas, algo parece que podrá contribuir para adelantar al menos en el esclarecimiento de la cuestión. la razon del ingeniero oficialmente autorizado para entender en una parte integrante de la misma: notorias son á todos las discusiones habidas y el tiempo consumido respecto de las líneas del Norte y del Mediterráneo, sin que hasta ahora acaso haya sido dado al gobierno alcanzar la ilustración bastante para una solución definitiva; si para la de Andalucía, virgen hoy mas allá del límite en que el real decreto de 18 de enero la dejó iniciada, por fortuna llegaren á hallarse útiles algunas indicaciones generales, quedaria satisfecho el deseo que ha movido á presentarlas.

Las provincias de Andalucía, que comprenden cerca de una cuarta parte del territorio y la sesta de la población de la península, con un clima templado y suelo feracísimo, populosas capitales y puertos importantes en el Océano y en el Mediterráneo, son entre todas, á no dudarlo, las menos dotadas de un sistema de comunicaciones, pudiendo apenas señalarse en ellas mas que una carretera general en mal estado, la cual, á su entrada por el E., se divide en dos ramales que atraviesan gran parte del país; uno dirigido hácia el S. y llegando hasta

Granada, y el segundo hácia el O. hasta Sevilla y Cádiz: su ejecución, que data de fines del siglo último, satisfizo ciertamente una necesidad apremiante; pero respondiendo á un fin político interior principalmente y apartada de las corrientes de producción, el radio de su influencia aparece harto limitado en la actualidad para fomentar debidamente el acrecentamiento de aquella y de la población en las mas ricas comarcas interiores. En la provincia de Córdoba, que divide en sentido de su latitud y en una línea de quince leguas, toca solamente, aparte de la capital, en pueblos de poca consideración, que juntos no llegan á tres mil vecinos; y desde el confin de la Mancha hasta Sevilla, en longitud de mas de sesenta leguas, Córdoba, Ecija y Andújar, son las únicas poblaciones verdaderamente importantes que atraviesa; así es que, cuando un ramal transversal de doce leguas entre Córdoba y Lucena, apenas terminado, ha prestado grande vida y comunicación á una campaña productiva, la frecuentación de la carretera general está reducida á las expediciones de correos, á los coches-diligencias para la conducción de viajeros, y á poco mas de un carruaje diario de transportes, segun lo demuestra el escaso rendimiento de los portazgos establecidos.

Tal es el estado presente del país, que ha sentido instintivamente la urgencia de adquirir un sistema de ferro-carriles, sino han de quedar cegadas las fuentes de su riqueza á impulso de los progresos que en el camino de las mejoras materiales están á punto de alcanzar las otras provincias de la monarquía: de propósito se ha diseñado ligeramente su situación en cuanto á comunicaciones, hallando un término desventajoso entre el número de habitantes y la superficie del terreno ocupado, indicando que es mayor el aislamiento allí donde existen las zonas centrales de producción y diseminada la mas considerable masa de la población, y acabando por señalar los caracteres principales de una vía muy estendida en el caso de que queda hecha mención. Porque importa mucho, cuando se trata de empresas que han de realizar grandes concesiones administrativas y consumir recursos cuantiosos, tener bien presente todo lo que pueda contribuir á la resolución del problema con la doble condición de justicia distributiva para los beneficios y de posibilidad moral ó económica, que es juntamente la de vida propia para el porvenir: en cuanto á la primera, mucho reclama el estado especial de cada una de las provincias del Mediodía; y respecto de la segunda, cuando se ha dicho oportunamente que en Francia las compañías de caminos de hierro no han logrado desempeñarse de los primeros gastos de latencia, mas quimérico ha de ser, y lo sería positivamente, empeñarse en el establecimiento en España de líneas considerables que dentro de sí mismas no llevarán los gérmenes de grande frecuentación.

Desde que fue anunciado el pensamiento del gobierno marcando una dirección para intentar segun ella el paso de Sierra-Morena, la posibilidad de la solución vino á ser objeto de pública discusión, segun las aspiraciones de cada una de las provincias que se creían interesadas, y segun los datos de

las personas que se decian conocedoras del pais: se han multiplicado infinitamente las opiniones, conviniendo sin embargo unánimes en un punto; á saber, en que el caso es grave por todas partes, y en ello han de haber seguramente acertado. Ademas de la línea del gobierno, que llamamos central, merecen citarse las del O. por Estremadura, pedida por el comercio de Cádiz y otorgado de real orden el permiso para verificar los estudios; y la del E. por la Mancha, indicada por la empresa concesionaria del camino de Sevilla á Andujar: pasemos á tratar de ellas separadamente.

La del E. partiria en un punto conveniente de la línea de Almansa, á dirigirse por detras de Valdepeñas hácia la sierra de Alcaraz, para pasar alli la divisoria y entrar por el Guadalmena en el Guadalimar, y seguir ya aprovechando, casi desde su nacimiento, todo el valle principal del Guadalquivir hasta Sevilla. La falta de datos especiales impide formar juicio sobre las dificultades materiales que pueda ofrecer este trayecto á su paso por Sierra-Morena, el cual no fuera acaso muy difícil, atendiendo á que las sierras de Alcaraz no son otra cosa que los primeros montes de aquella; en ellos tiene su modesto origen, y de alli se aparta levantándose á formar una estensa é importante cordillera; pero la simple inspeccion de una carta del pais, da á entender lo violento de una direccion que se aleja hasta los confines orientales de la Mancha, para buscar entrada en Andalucía á costa de un desarrollo que daria casi infaliblemente una suma de obstáculos parciales menos escusable que la contrariedad que indujera á abandonar una solucion directa, porque despues de muchos ensayos suele en la práctica observarse, cuando de terrenos difíciles se trata, que al fin resulta ser lo mejor, ó menos malo, lo mas corto; en el caso presente, ya que la cuenca del Guadalquivir es fácil y estendida entre Córdoba y Sevilla, parece que la empresa ha estimado necesaria sin embargo la construcción de tres puentes de primer orden y una variacion del rio. Ademas, son claros los inconvenientes de todas clases anexos á un inmoderado alargamiento del camino, hasta para los gastos de sostenimiento y explotacion del mismo; á lo cual se agrega que él no ahorraria la ejecucion de la línea de Talavera para proteger los intereses que de aquel lado se agrupan segun ha sentido el gobierno; y lo que es mas, tampoco resolveria, sino imperfectamente, el problema de gran comunicacion para Andalucía: parecia en efecto natural que postergadas muchas y muy atendibles consideraciones al empeño de entrar en el valle principal, este propósito logrado, consintiera tratar desembarazadamente la cuestion en toda su generalidad; y no es así, cuando Málaga y Granada piden participacion á Córdoba, porque alcanzan á ver las sierras que estorban aspirar á una direccion mas alta, despues de lo cual bien se concibe que no seria regular llegar mas abajo tal vez de aquella ciudad, para de alli volver á los confines de la Mancha y revolver sobre el ferro-carril de Almansa. En suma, la supuesta direccion del E. tendria por objeto determinar un paso relativamente poco costoso hácia las

estribaciones estremas de Sierra-Morena; tomar el valle del Guadalquivir cerca de su nacimiento, y seguir por él hasta Sevilla; el desarrollo de la línea seria considerable, y esta circunstancia podria anular aquella ventaja, dado el caso de que existiera; dislocaria en cierto modo el plan de ferro-carriles trazado por el gobierno; y por fin, satisfaria incompletamente la condicion de grande frecuentacion para todas las provincias del Mediodia.

La direccion del O. se apartaria del Guadiana en las inmediaciones de Mérida para subir la divisoria, y por el Huesma probablemente entrar en el valle del Guadalquivir, siguiendo por él á Sevilla: el paso de Sierra-Morena no dejaria de ofrecer graves accidentes, y cualquiera que fuera por otra parte su facilidad, este seria el camino de Madrid á Sevilla, á Cádiz, al Océano, pero nunca la verdadera línea de fomento de las provincias andaluzas, porque atravesándolas brevemente por su extremo occidental, una combinacion cualquiera que interiormente se pensara establecer en ellas no pudiendo entroncar hasta la vecindad de Sevilla; ni el ferro-carril principal las seria de grande utilidad hácia los puertos, ni abriria convenientemente su comunicacion con Madrid. Esta direccion seria entre todas la que menos llenaria por sí misma las condiciones de grande frecuentacion intermedia, dándose el caso de una línea de cien leguas sin poblacion ninguna de mediana importancia entre los puntos estremos; propiedad de notoria consecuencia, segun mas arriba queda indicado, ya se atiendan á los beneficios que los ferro-carriles están llamados á repartir, ya se consideren los ingresos indispensables para la explotacion y para justificar el empleo del capital necesario.

Resta ahora un breve exámen de la solucion central, que es la del gobierno y la que ha sido objeto de estos estudios. En cuanto á las opiniones nacidas de las verdaderas dificultades de trazado, ellas se muestran con toda estension en el ensayo adjunto, á fin de que puedan ser comparadas segun corresponde con las ventajas incalculables, con las inmensas consecuencias de la mas magnífica concepcion que hubiera podido inventarse en pró de la felicidad de las provincias del Mediodia, porque existen ciertamente dificultades, y graves, que vencer, como si la Providencia hubiera permitido entrever aquella dejando al hombre mucho que trabajar para conseguirla.

Hasta Córdoba nada mas elocuente que las mismas palabras del gobierno enunciando el pensamiento de la línea de Andalucía. «En esta direccion, dice, se agrupan el interés de las relaciones internacionales de España y Portugal, consideraciones de fomento á las provincias estremeñas y parte de la Mancha; la mayor utilidad de nuestra riqueza de Almaden, y la notoria ventaja de atravesar con una via férrea los valles carboníferos de Espiel y Belmez.» Por la época de los reconocimientos, el solo anuncio de la posibilidad de un camino para explotar estos criaderos, habria atraído ya comisionados de diversos puntos con el encargo de adquirir pertenencias y comenzar las transacciones mineras, antes abandonadas; habiendo sido

al interés particular fácil de comprender brevemente el ancho campo que á la especulacion ofrecian los ricos depósitos de carbon y hierro en medio de Andalucía y de una estendida linea de ferro-carriles.

Ya en Córdoba y en el deseado valle del Guadalquivir esta vez no se habria llegado en vano; la cuestion estaba resuelta satisfactoriamente en todas sus partes: aquella ciudad, admirablemente situada, y en el centro de una circunferencia que pasa á unas 25 leguas de radio por las tres populosas capitales de Sevilla, Málaga y Granada, la primera comunicada con el Océano, y la segunda en el Mediterraneo, seria el término natural de la zona interior concebida por el gobierno, segun su pensamiento político-administrativo de 3 de diciembre, y desde la cual partirian las ramificaciones al exterior; seria lo que Almansa para la linea de la Mancha; Zaragoza para la de Aragon, y Valladolid para la de Castilla. Por la derecha se tendria la comunicacion decretada á lo largo del rio hasta Sevilla, prolongada sin dificultad por las concesiones de Sevilla á Jerez y de Jerez á Cádiz: hácia el Sur, desde su confluencia, llevaria el Genil hasta Granada, y apartándose á las vegas de Antequera por estendidas llanuras, el Guadalhorce abriria paso hasta la playa del mar y hasta las mismas puertas de Málaga; por la izquierda seguiria la compañía concesionaria hasta Andújar, estando ya allí indicada la prolongacion por el Guadalquivir á Jaen hasta las famosas comarcas de Ubeda y Baeza... ¿Qué quedaria entonces en el Mediodía privado de la independencia de accion que realiza el poderoso influjo de las comunicaciones?

A la entrada de la linea, en Andalucía, comenzaria atravesando por en medio de las villas de los Pedroches, cuyo valle es de lo mas habitado y productivo de Sierra-Morena; desde Córdoba pondria en comunicacion toda la interesante poblacion riberiaga, y mas allá de Sevilla, hasta Cádiz, tocaria en Utrera, Puerto de Santa María y Jerez de la Frontera, cuya estraccion de vinos es siempre la primera que figura entre nuestros artículos de exportacion.

Subiendo el valle del Genil por la vertiente izquierda, que seria la mas apropiada, y dejados atrás los verjeles de naranjos de Palma del Rio, el ferro-carril llegaria á la ciudad de Ecija, que es la primera despues de la capital en la provincia de Sevilla, pasando mas adelante á corta distancia de Osuna y Estepa, muy importantes y situadas á la derecha, con la pintoresca villa de Puente Genil y Benamejí en la ribera opuesta, ambas con puentes sobre el rio, hasta la division de los caminos de Málaga y Granada; este seguiria por la rica ciudad de Loja á los pueblos que cercan la capital, y el primero, por las llanuras nombradas montes de Antequera, entraria en las vegas de una poblacion eminentemente agricola y fabril al mismo tiempo, al Guadalhorce para acabar como él en el mar Mediterraneo.

Volviendo al Guadalquivir, aguas arriba, la linea iria por Montoro, que abastece hoy de aceites á Madrid, siguiendo á la ciudad de Andújar, segunda de la provincia de Jaen, y prolongándose

hasta la capital y á los términos de Ubeda y Baeza; y es muy de tener en cuenta que en justicia no podrian ser olvidados los intereses de esta provincia, si se atiende á que terminando en ella por la carretera el movimiento de frutos al interior, la supresion del ferro-carril á tanto equivaldria como á desheredarla destruyendo las relaciones existentes.

Desde luego puede observarse cuán poco quedaria que hacer en punto á concesiones, coincidiendo dichosamente todas las conocidas con el sistema enunciado, para el cual solamente faltaria realizar la prolongacion á Jaen y la bifurcacion de Granada. La parte del Genil utilizable para esta última, es de esperar que ofreceria dificultades, sucediendo cabalmente, sin embargo, como puede notarse, que es direccion obligada para comunicar, ya á Málaga ó ya á Granada, con el centro político en cualquiera plan que se escogitara. En cuanto á la concesion de Málaga á empalmar con la linea de Córdoba á Sevilla, aun desconociendo cuál habrá de ser la de primera clase, se ha indicado con alguna variante en sentido de enlazar mas directamente los pueblos ricos y centrales de la campiña de Córdoba; pero bien pronto los primeros estudios llevarian á seguir el Genil, abandonando un rumbo transversal á las afluentes mayores del mismo y del Guadalquivir, que empeñando en el paso de cuatro divisorias, habria de aumentar los desarrollos mucho mas allá de lo que fuera conveniente, é impediria ligar determinadas poblaciones, por otra parte próximas al Genil y con él unidas por una buena carretera, siendo aproximadamente una misma por esta y por Ecija la distancia que separa á Córdoba de Benamejí, en cuya intermediacion se ha supuesto el punto de separacion de las lineas de Málaga y de Granada, que solamente en el caso de que se trata hallarian ya franqueado el paso de los dos rios con las costosas obras hechas por la compañía de Sevilla á Andújar.

Y sin embargo de los detalles que preceden para servir de esplicacion demostrativa respecto de la incomparable influencia que en el pais ejerceria una combinacion dada, sugerida por las indicaciones de la naturaleza, aun no se habria apuntado mas que una parte de las consideraciones que surgen de la posibilidad de tan magnífica trasformacion en unas comarcas que, sin auxilio de ella, han llegado á ser ricas y de envidiada produccion. Se ha creido deber acompañar una carta de las provincias de Andalucía reducida de la de Guillemot, en la cual se han marcado las tres soluciones que han sido objeto de discusion, señalando para la central una zona lateral de cinco leguas que demuestre á la simple vista el territorio dentro de ella comprendido, y formando como complemento por separado un estado espresivo de su poblacion. Su exámen hará encontrar primeramente á Córdoba en la falda de Sierra-Morena y á la entrada de las provincias meridionales, llamada á ser el emporio y llave de todas las Andalucías, y por lo mismo realizando un hecho político importante: siguiendo mas adelante, se descubrirá á Jaen, Sevilla, Cádiz, Málaga y Granada enlazadas por medio de otras tantas líneas generales, y no por hijuelas parciales, con el centro de la

monarquía: leyendo en la pequeña faja hasta la cual solamente se ha querido indicar la acción inmediata del ferro-carril, se tendrá en comunicación directa con Madrid y con sus capitales respectivas, á todas las poblaciones de segundo y tercer orden; entre las primeras Montoro, Andújar, Ubeda y Baeza, Ecija, Osuna, Loja y Antequera, Jerez y Puerto de Santa María; todo-en fin lo que de populoso y de rico, de histórico y de bello hay en el Mediodía; se hallará asimismo otra consecuencia, mas grande si cabe, en el orden de las mejoras territoriales, para acrecentar la riqueza multiplicando maravillosamente las relaciones de provincia á provincia y de pueblo á pueblo, cual es la de quedar resuelto el problema de la libertad recíproca, puede decirse, de locomoción en todos sentidos; porque es curioso observar sobre la carta, comparando los trozos que marcan los varios caminos de herradura, que esta solución llevaría directamente de una en otra capital y á todas las mencionadas ciudades, casi como si se tratara de una línea especial entre cada dos de los puntos extremos. Tales son las propiedades de uno de los varios sistemas realizables en la cuestión presente, que no en otra cosa consiste que en escogitar entre todos aquel que mas apropiadamente responda á los intereses que ha de servir y á las necesidades que está llamado á satisfacer: en 2.305.950 habitantes está reputada la población de Andalucía segun los datos estadísticos mas recientemente publicados, y de ella 1.556.950 comprende la zona que circunscribe al trayecto indicado con una latitud supuesta de cinco

leguas, segun puede verse del estado que se inserta á continuación, siendo fácil de comprobar que á poco que se extendiera, muy poca ó ninguna parte del país dejaría de sentir el poderoso influjo del ferro-carril. Cuán importante sea esta circunstancia bajo el doble punto de vista del interés industrial y del económico-administrativo, se concibe sencillamente y ha sido consignado en las varias consideraciones que han precedido.

Desgraciadamente la topografía del país se presta mal á las exigencias de arte que son propias de esta clase de construcciones, aun dando un racional ensanche á las condiciones que hace pocos años nadie se habría atrevido á autorizar; actualmente la opinión se pronuncia, como razón de economía pública, en sentido de no invertir en la ejecución de los caminos de hierro las inmensas sumas que algunos han consumido á trueque de alcanzar algun mayor grado de perfección; y sin embargo, rara será en España la línea en que la facultad no tenga que luchar trabajosamente con la naturaleza. En el caso de Andalucía, se han indicado los valles principales como recurso obligado para huir de mas graves males, y esto no obstante, el Guadalquivir ha de ofrecer dificultades, y sobre todo el Genil daría mucho que hacer con su tortuoso curso y fuerte pendiente, con sus márgenes descompuestas y lecho, á veces yesoso, profundamente socavado por la corriente: en cuanto á Sierra Morena, es objeto especial de los detalles que siguen, como asunto especial de esta comisión.

(Se continuará).

## FERRO-CARRIL DE ANDALUCIA. (1)

4.ª seccion: comprende desde la entrada en el valle del Guadiato hasta Córdoba.

## RECONOCIMIENTO PRELIMINAR Y ENSAYO DE TRAZADO.

Los rios Guadiato y Guadalbarbo tienen su nacimiento cerca de lo mas alto de la vertiente meridional en la divisoria general de aguas del Guadalquivir y Guadiana como á unas tres leguas: el primero hácia el S. O., y el segundo al N. E. de la villa de Belmez que dista doce leguas de Córdoba; ambos comienzan dirigiendo su curso de Occidente á Oriente, y entre los dos está comprendida la cuenca carbonifera con algunas muestras de mineral de hierro, la cual tiene aproximadamente una longitud de seis y media leguas, entre Fuente-Obejuna y Villaharta, con media legua de máxima anchura: despues los mencionados rios tuercen la corriente al Mediodía para entrar en el Guadalquivir, lo que verifica el Guadalbarbo á legua y media por encima de Córdoba junto á las ventas de Alcolea, y el Guadiato á cuatro y media mas abajo de la misma ciudad, entre las villas de Almodovar del Rio y Posadas. Entre la divisoria general de estos dos rios y el Guadalquivir está, pues, limitada la zona natural de los reconocimientos, que podrá contener una superficie de sesenta leguas cuadradas.

Natural era comenzar las exploraciones por el Guadiato, tanto por ser mucho mas principal que el Guadalbarbo, como en razon de las prescripciones á priori del trazado. Su exámen dió malísimos resultados, segun por entonces mismo se hizo presente, á saber: por su profundísimo cáuce, inmenso desarrollo, revueltas infinitas y repentinias, y leguas enteras de hondas angosturas verticales en piedra viva, pudiendo en tres partes considerarse dividida su longitud, á contar desde la inmediacion de Belmez, distintas por su naturaleza y disposicion para el objeto del presente informe. La primera comprende toda la estension dirigida de Occidente á Oriente, en línea de seis leguas, aceptable por la existencia de un pequeño valle dentro del cual puede desarrollarse el trayecto, á veces sin obstáculos, y otras con alguna dificultad, que no escede sin embargo de límites regulares. La segunda comienza allí donde el rio, abriéndose paso al través de las sierras de Córdoba, tuerce al Sur por un estrecho nombrado la *Angostura*, hasta los *Molinillos de Trasierra*, en longitud de cuatro leguas y media; en este espacio desaparece el valle, y aunque á trozos las márgenes son practicables, el terreno se hace profundamente quebrado, los tornos del Guadiato se multiplican entre las rocas violentamente, y el caso por consiguiente se complica volviéndose de difícil y costosa resolucion. En los *Molinillos de Trasierra* tiene principio la tercera parte, con la notable circunstancia de ser este punto el de mínima distancia al valle del Guadalquivir, no escediendo

transversalmente á su divisoria de aguas con las del Guadiato de legua y media, y de dos y media valle arriba hasta Córdoba; la corriente tuerce bruscamente en los *Molinillos* á Occidente, y despues de ocho leguas de vueltas y rodeos desagua en el Guadalquivir á cuatro y media, segun se ha dicho, mas abajo de aquella capital, siendo en toda esta parte el rio absolutamente inaccesible en muchos puntos hasta para los reconocimientos: convertido en un precipicio no interrumpido, su caja va encerrada entre escarpadas montañas de 140 á 170 metros (502 á 610 pies) de altura, surcadas de hondos barrancos que vierten al Guadiato por ambos lados, haciendo de todo punto imposible el establecimiento de un ferro-carril en su inmediacion. Un túnel de legua y media, desde los *Molinillos de Trasierra* hasta el valle del Guadalquivir, con una profundidad máxima de 258 metros (854 pies), y media de 176 metros (652 pies), resolveria la cuestion muy satisfactoriamente en cuanto á la direccion y en cuanto á las pendientes; y por mas gigantesca que esta obra pareciera, todavia era mil veces preferible á seguir por el Guadiato hasta su desembocadura en el Guadalquivir.

Se ha dicho que la distancia entre Córdoba y Belmez por los caminos ordinarios es de doce leguas, y resultando diez y ocho y media á lo largo del Guadiato, desde su entrada en el Guadalquivir hasta aquella villa, esto equivaldria á un desarrollo que aumentaria mas de una mitad la longitud; y como si esta suma de obstáculos no bastara para impedir la comunicacion, la naturaleza ha añadido otro mas, que tambien es de grave dificultad. La sierra de Córdoba, formidable muralla que cierra por el Norte el gran valle del Guadalquivir, se aplana progresivamente desde el centro hácia las confluencias del Guadiato y Guadalbarbo, pero no lo bastante para que quede espedito el paso desde el primero hácia Córdoba; antes al contrario, avanza un estribo que termina verticalmente sobre las aguas del Guadalquivir, y en el cual está asentado el castillo de Almodovar, que desde grandes distancias se descubre en todas direcciones: huyendo de este escollo, la proyectada línea de Sevilla á Andújar sube por la izquierda del rio, el cual pasa despues del estribo de Almodovar para dirigirse á Córdoba; de suerte, que otro ferro-carril descendiendo por el Guadiato se encontraria aislado en la desembocadura, teniendo allí que optar por un puente de primer orden á corta distancia del construido para la línea de Sevilla, ó un gran túnel para vencer el paso de la estribacion avanzada, que tiene en su mínimo una altura de 80 metros (287 pies).

Volviendo á la divisoria general del Guadalquivir y Guadiana para hacer exámen del Guadalbarbo, este resulta con menores desarrollos que el Guadiato, pero son muy parecidas su condicion y propiedades, á lo cual se agrega la imposibilidad de pasar á él racionalmente desde un mínimo aceptable en la divisoria, por tener su nacimiento con fuerte pendiente en los ásperos terrenos de Piedra-ladrones y Cerro-Pelayo, y además el inconveniente de no entrar en la cuenca carbonifera, que es condicion espresa del trazado.

(1) Véase la página 223.

En tal estado no quedaba otro recurso que aprovechar mas ó menos la direccion del Guadiato, intentando despues el paso de la divisoría secundaria que le separa del Guadalquivir, si ella ofrecia medio hábil de verificarlo. Y ya que hasta ahora se ha seguido en la esposicion de estas ideas el órden con que las impresiones fueron sucesivamente suministradas por el estudio de la cuestion sobre los lugares, asimismo se continuará confesando desde luego que multitud de veces se estuvo tentado de abandonar los reconocimientos, consignando la opinion en sentido de las mayores y mas crecientes dificultades que á cada momento erraban el paso, obstruyendo los medios de hallar camino para la solucion apetecida; pero en tan desfavorables circunstancias, por otra parte, estaban presentes al ánimo la grande importancia del pensamiento del gobierno y las consecuencias que surgian de ser ó no aceptable la direccion señalada, consideracion que llevaba necesariamente, y llevó en efecto, á la obligacion de depurar el caso hasta donde bastára para encontrar el supuesto menos sujeto, entre todos los otros, á inconvenientes, determinando con claridad la naturaleza y entidad de estos, y justamente esponiendo los recursos mas apropiados para vencerlos: así se llegó naturalmente á la necesidad de un ensayo de trazado, precedido de algunas razones que abarcaran lo útil y lo gravoso del proyecto para hacer posible su cabal conocimiento y cualquiera comparacion que pudiera establecerse.

Recorrida la divisoría desde Almodovar, todos los terrenos son descompuestos é inadmisibles sin escepcion, como la parte del Guadiato que les corresponde hasta Trasierra, cosa por otra parte no de mucho interés, si se atiende á que desde los Molillos no puede seguirse el rio. Ya en este punto, que se ha observado ser donde mas estrecha la divisoría, se encuentra una nava bastante uniforme cerrada de pinares, que puede recorrerse hácia el E. con pendiente para el trazado, segun los ensayos hechos, de 0,015 en longitud de cerca de una legua próximamente, y al fin de la cual se descien- de al valle del Guadalquivir por la cañada del Guarroman que tiene en aquella su nacimiento, ó por un mínimo en la sierra de Córdoba nombrado *Cuesta de Trasierra*: se practicaron los tanteos y nivelaciones necesarias para intentar el descenso desde la nava, por ambos lados sin planos inclinados, confiando por algun tiempo en llegar á conseguirlo; pero las operaciones al fin vinieron á demostrar lo ilusorio de esta esperanza; la cañada de Guarroman, mas regular y mejor dispuesta que todo lo que se habia visto en la sierra, dió una pendiente general de 0,027 en las dos leguas de su longitud hasta la cuenca del Guadalquivir, y cuantos esfuerzos se hicieron durante el mes de julio á lo largo de las difíciles vertientes del Guadiato, se estrellaron en medio de su horrible descomposicion: no quedaba, pues, otro recurso que apelar al empleo de planos inclinados; era conveniente comprender las principales obras á que arrastraría su adopcion, y al efecto se procedió á levantar los perfiles indispensables. Desde la nava ó llanuras de Rosal era

menester vencer con perforacion ó con una grande cortadura las sublevaciones extremas ó cumbres de la sierra de Córdoba para entrar en la cuesta de Trasierra y bajar por ella hasta el principio del valle una altura de 242 metros (867 pies) con un gran plano inclinado de 2229 metros (8000 pies) de longitud y pendiente de 0,103, para cuyo establecimiento, si los trabajos definitivos no obligaban á dividirlo en dos, forzoso seria ejecutar desmontes, terraplenes con muros y obras de fábrica de consideracion: del lado del Guadiato se ofrecia otro desnivel de 98 metros (350 pies), que exigiria un nuevo plano inclinado de 975 metros (3500 pies) de longitud con pendiente de 0,10, tambien de difícil y costosa ejecucion.

Asi las diez y ocho y media leguas del Guadiato se reducian á doce por esta direccion, á saber: diez y media por el rio, y una y media por la divisoría hasta el encuentro en el valle del Guadalquivir de la línea de Sevilla á Córdoba: mucho se habia alcanzado, pero las condiciones del terreno aprovechable permanecian siendo harto desfavorables para toda una mitad de la distancia, lo cual reducía aquella ventaja hasta el punto de no deber considerár esta solucion definitiva para dar cuenta de ella en tal sentido.

Subiendo nuevamente la divisoría, se encrespa cada vez mas por la Alhondiguilla, paso del Guadamiño que vierte despeñado al Guadiato, y por los cerros y quebradas del Alamo, ya cerca de la Angostura: siempre la misma estructura de sierra, siempre la falta de cohesion de los terrenos esquistosos que apenas se remueven para el cultivo ó se rozan para la huella, son penetrados por el agua y arrastrados, dejando tras sí solamente barranqueras descarnadas de difícil travesía y comunicacion: aqui no se encuentran grandes y encumbradas cordilleras con rumbos marcados, sino multitud de cerros cuyas puntas parecen corresponder á un mismo plano primitivo, sembrados confusamente y entrecortados en todas direcciones por las corrientes, formando un espeso laberinto de montes, arroyos y cañadas no fácil de comprender: aqui no sucede que la simple inspeccion del terreno, ni uno, ni dos reconocimientos basten para formar una idea aproximada, ni para decidir con probabilidad de acierto; es necesario que entren por mucho el nivel y la medida si ha de quedar el ánimo satisfecho y seguro de la exactitud de las comparaciones.

Despues de los riscuales y precipicios del Guadamiño y de las profundas quebras del Alamo, se llega á la Nava de Campe-alto, que en longitud de dos leguas se prolonga de N. O. á S. E., casi en la misma direccion que sigue el Guadiato en su primera parte anterior á la Angostura: es muy regular y bastante estendida, sirviendo de paso forzado para la comunicacion entre Córdoba y toda la sierra, y separándose á su salida por un lado el camino de Almaden y por otro el de Belmez hasta Estremadura: situada como en el rincon que entre si dejan los tres rios antes de apartarse, desde ella vierten aguas al Guadalquivir, al Guadiato y al Guadalbarbo, habiendo sido su mucha elevacion sobre

los valles opuestos causa de no considerarla mientras se confiara en poder pasar por terrenos mas bajos sin planos inclinados; mas esta esperanza desvanecida, la cuestion mudaba de aspecto, y todo inducia á intentar una nueva solucion por los llanos de Campo-alto.

La altura de estos terrenos sobre las aguas del Guadiato es de 186 metros (613 pies), y de 162 metros (531 pies) sobre el principio del valle en el punto adonde era conveniente llevar el trazado; por el lado opuesto las cumbres extremas de Córdoba se elevan sobre la ciudad 438 metros (1.572 pies), cuyos números por sí mismos bastan á justificar la comparacion hecha al principio con los mas famosos pasos que han vencido los caminos de hierro hasta ahora construidos. En efecto, la cadena de los Alleghanys, con una altura de 547 metros (1.245 pies), ha exigido el establecimiento de seis planos inclinados de gran pendiente, cuya obra describe Mr. Chevalier como una de las mas curiosas del Nuevo Mundo; y en los Alpes el paso de Samering, con una elevacion sobre el valle de 492 metros (1.766 pies), ha obligado á un desarrollo de 45 kilómetros (7 $\frac{3}{4}$  leguas), al empleo de pendientes de 0,025, y á la ejecucion de diez túneles y veintidos viaductos. En nuestro caso el plazo era apremiante y el tiempo muy limitado para dar cuenta de los trabajos preparatorios, los cuales ya se concibe que podian diferir poco de las condiciones de un trazado si habian de probar la posibilidad, y una vez encontrada, tambien la conveniencia dentro de limites razonables: hasta qué punto haya sido dable conseguir ambas cosas, esto será objeto de los detalles que van á seguirse.

Antes de pasar adelante, hace al caso esponer que tan luego como se comenzó á ensayar soluciones con un limite dado para las pendientes, se halló insuficiente el de 0,010 prescrito en las condiciones generales, á menos de empeñarse á cada paso en dificultades de elevado costo y muchas veces insuperables; los adelantos recientes en la construccion de locomotoras por una parte, y por otra las pendientes autorizadas dentro de España para proyectos análogos al de que se trata, han movido á hacer uso en el presente de la de 0,015 como máximo, en los pocos casos solamente en que esto podia introducir grandes economías ó servir para determinar por su medio una resolucioin de otra manera imposible: en los estudios definitivos acaso se conseguiria reducir mas aquel limite, sino para todos, para algunos al menos de los lugares en que ahora se indica su admision. En cuanto á la disposicioin de los planos inclinados son considerables las alturas, y ellos por consiguiente debian ser muy estendidos; se ha procurado no exceder de las pendientes dadas á los varios establecidos en los caminos de los Estados-Unidos y ya recibidas en los de Alar y Langreo, teniendo á la vista para la longitud de los que se proyectan las dimensiones de muchos que sirven actualmente en líneas de grande actividad. Esto supuesto, pasemos á describir el ensayo de trazado, segun se demuestra en el plano y perfiles que acompañan.

Comenzando desde Belmez, principio de la cuarta seccion, se halló que los estudios de la tercera que habian precedido, llevaban la línea á la mina de carbon llamada *Terrible*, situada á la entrada en el valle del Guadiato, una legua mas arriba de aquella poblacion y cerca de la aldea de Peñarroya; desde luego fueron fáciles de comprender los graves inconvenientes de semejante indicacion, lo que obligó á subir á la divisoria general, y desde ella misma establecer la partida en la forma siguiente. El mínimo elegido para el paso de Sierra-Morena, como dos leguas al Norte de Belmez, en el camino de este pueblo á Almaden, y conocido por el nombre de *Puerto-Rubio*, es sin duda un punto especialísimo en toda la cadena principal, y tan aceptable como es de esperar que no podria hallarse otro alguno á gran distancia: su altura de 71 metros (254 pies) una vez vencida, importaba no desviarse á Occidente, si era posible, para tomar con facilidad poco despues la direccioin del valle hácia Córdoba; sin embargo, el deseo de evitar la perforacion de *Puerto-Rubio*, atravesándole al parecer con una cortadura mas ó menos honda, conduciría á seguir muy altas las derivaciones de la cordillera, pasando sin cesar desde las puntas de los cerros al fondo de las cañadas por espacio de tres leguas hasta la mina Terrible, llegados á la cual era menester resolver para desandar lo andado con un rodeo visible y de mal efecto en medio del valle, y continuar bajando otras dos leguas mas, con no menores inconvenientes, hasta la confluencia del arroyo Albardado con el Guadiato.

Estas cinco leguas, con el máximo no interrumpido de pendientes y con pésimos terrenos, bastarian por sí solas para destroz ar un proyecto, y era menester á todo trance buscar otra solucion mas adecuada. Es frecuente formarse la idea en abstracto de que los túneles introducen grandes dificultades de arte y encarecen el valor de un camino, cuya economía suele medirse en general por el número de aquellas obras; y esto induciría á error en muchos casos, porque un túnel, lo mismo que un plano inclinado ó un gran viaducto, pueden ser, y lo son en efecto muchas veces, un recurso eficaz para rebajar el precio y dar condiciones de propiedad á una línea entre puntos determinados: vendrá á probarlo plenamente el resultado final de la cuestion presente, y el paso de Puerto-Rubio será entretanto una comprobacion parcial de esta verdad.

Desde el mismo Puerto-Rubio, el arroyo Albardado lleva al Guadiato por el E. de Belmez, prolongando bastante bien la direccioin que se trae de Almaden con riberas tan regulares y estendidas en su mayor parte como no las tiene aquel rio; una perforacion en Puerto-Rubio de 1225 metros (4.389 pies) de longitud, con pendiente de 0,015, permite el paso de la divisoria hasta el nacimiento del Albardado, el cual sigue en dos leguas y cuarto hasta el Guadiato, con pendiente general de 0,011 dividida en la forma siguiente: 0,015 en los primeros tres cuartos de legua; 0,010 en la legua siguiente, y 0,006 en la media restante; el trazado detallado demostraria si conviene mas adoptar la

pendiente general ó conservar las parciales del terreno. Por consiguiente, las cinco muy malas leguas, casi inadmisibles, del trayecto por la mina Terrible, quedan reducidas á dos y media buenas por el Albardado; el primer gasto de construcción de estas, con inclusion del túnel, seria una tercera parte del costo de aquellas; se introduce la economía de una mitad en la distancia, y por consiguiente en el tiempo necesario para recorrerla, cosa muy importante en una línea general que tiene frecuentemente que sacrificar esta ventaja á otras mas elevadas consideraciones, y se disminuyen en la misma proporción los gastos de conservación y de explotación del camino.

Ya en la confluencia del Albardado con el Guadiato, la cual se verifica á una legua mas abajo de Belmez, acercándose antes el trayecto al pueblo por un medio de los criaderos de carbon hasta dejarle á una media legua, se sigue por el valle en la margen izquierda hasta confrontar con la Angostura, aprovechando todas las cinco leguas en la primera parte de las tres en que al principio se dividió el rio, con la pendiente general de 0,0016 y terrenos bastantes regulares; en los primeros tres cuartos de legua hasta salir del término de Belmez, son tan buenos, que puede decirse que en ellos está hecha la esplanación; en las dos leguas siguientes hasta el puente de Espiel, se descomponen mas á causa de su ligereza y poca cohesion, lo que obligaria á considerable movimiento de tierras y á cegar algunas barranqueras, si bien es de esperar que cuando mas despacio se hicieran los estudios detallados, se salvaria toda la dificultad con cruzar dos veces el rio sin mucho coste; finalmente, en las dos y cuarto leguas restantes hasta salir de las dehesas enfrente de la Angostura, se prolonga la dirección anterior, apartándose poco á poco el rio por la derecha, y siguiendo el camino de Estremadura por buenas llanuras intermediadas de algunas colinas y arroyos hácia las ventas de la Estrella y de la Alhondiguilla.

Sigue una legua sin variar de rumbo por la cañada y barranco de Mano de Hierro hasta la venta del Castillo, situada en la Nava de Campo-alto, cuya altura de 162 metros (531 pies), segun se ha dicho, es la grave dificultad de este trozo; el aspecto de los terrenos con tan elevados cerros, escarpadas laderas y profundas arroyadas, parecia no ofrecer solución para subir la divisoria, no ya tratándose de un camino de hierro, pero ni aun para establecer una carretera; y sin embargo, nada era comparable de cuanto se habia visto en la sierra para servir á nuestro objeto, debiendo en consecuencia sacarse todo el partido posible de la localidad. La cañada se presenta sensiblemente recta prolongando la dirección del anterior trayecto, desde la salida de la dehesa Gamonosa; se comienza la subida con 0,015 de pendiente en las tres cuartas partes de la distancia, y se salva la diferencia restante de altura por medio de un plano inclinado de 1565 metros (4900 pies) de longitud y 0,0785 de pendiente, el cual exigiria una buena cortadura en la entrada, y despues una horadación de 530 metros (1900 pies) en la corona del cerro.

Desde la venta del castillo continúan sin apartarse de la dirección general las Navas de Campo-alto y Campo-bajo, derechas, estendidas y bastante uniformes en las dos leguas de su travesía, con pendiente media de 0,007, dividida en dos principales: la primera de 0,008 hasta el ventorrillo, y la segunda de 0,005 hasta el final.

Desde aqui quedan tres leguas á Córdoba, y comenzando á revolver para tomar la bajada, antes de la cual se presentan de frente las últimas cumbres de la sierra, se avanza hasta el pie de ellas en terreno entre llano por detras de la altura culminante llamada Torrearboles, con una cortadura de 5 metros (18 pies) de profundidad media en línea de 1537 metros (5694 pies) y pendientes de 0,004; un túnel con 0,015 de inclinación, 926 metros (3525 pies) de longitud, y 70 metros (251 pies) de máxima profundidad salvaria el paso de la primera y mas alta cadena de montañas, consiguiendo descender 72 metros (258 pies) hasta el puerto nombrado de los Escalones.

Pero aun así, este punto se eleva 566 metros (1514 pies) sobre Córdoba; desde él se precipitan increíblemente los terrenos, y cuantas soluciones se intentaban por la derecha, por la izquierda y en todos sentidos, á los pocos pasos daban por único resultado la presencia de un abismo que no habia medio de evitar: otro descenso no se hallaba posible en la sierra despues de reconocida prolijamente por todas partes, habiendo contribuido mucho á dar con aquel paso los estudios hechos anteriormente para trazar y construir una carretera, y por fin despues de un mes de tanteos, nivelaciones y supuestos distintos en las escabrosas vertientes de Torrearboles, se llegó á determinar la bajada del modo siguiente:

Se sale del puerto de los Escalones continuando por la ladera izquierda la pendiente 0,015 del túnel, y á los 159 á 167 metros (500 á 600 pies) principia un plano inclinado con la de 0,0967 en longitud de 1950 metros (7000 pies); este plano seria la obra mas importante de toda la línea, exigiendo para su establecimiento, primero la construcción sobre una cañada estrecha de un gran viaducto hasta el olivar de la Valeuzona de 450 metros (1615 pies) de longitud, y 24 metros (86 pies) de máxima altura, y despues un taladro ó perforación de 697 metros (2500 pies) para entrar en San Cebrian hasta la huerta de Mena: desde este punto se sigue bajando media legua á 0,015 por la ladera derecha, que acaso obligaria á sostener con muros algunos trozos de camino; pasada la caseria de Velasco, se entra en un segundo plano inclinado de 356 metros (5000 pies) de longitud y 0,077 de pendiente, taladrando el cerro de Jesus en 487 metros (1750 pies) de línea, con lo cual se llega, por debajo del santuario de Linares, á la caseria de Fuentes, vencida ya toda la dificultad del descenso, y con un trayecto de 3564 metros (50.757 pies), ó sea legua y media, desde la salida de la Nava de Campo-bajo.

Desde la caseria de Fuentes puede ya seguirse el arroyo de Linares que es el mismo que con diver-

esos nombres se trae desde los Escalones y mas adelante se conoce por el de Rabanales, con la pendiente de 0,015 en media legua hasta pasar las zahurdas de la campiduela, y desde alli apartarse por la derecha con la de 0,005 en la última legua, sin otro trabajo que el de algunas igualaciones y los pasos de varios arroyos que descienden de la Sierra hasta el campo de la Merced en Córdoba, que es el mas apropiado y perfectamente dispuesto para punto de estacion.

Reasumiendo, habrá necesidad de distinguir lo que deba entenderse por trayecto correspondiente á la cuarta seccion, la cual termina naturalmente en la confluencia del Albardado con el Guadiato, porque desde alli la línea, sin avanzar mas en el valle, se aparta tomando marcadamente la direccion de Almaden, y no es lo mismo para el juicio que pueda formarse unir el paso de la divisoria general á una seccion relativamente pequeña, que establecer la comparacion comprendiendo un trazado mucho mas estendido: desde Puerto-Rubio se entra en el valle de los Pedroches, único como él acaso en toda Sierra-Morena, llegando sin dificultad por llanuras de ocho leguas hasta Santa Eufemia y desde aqui hasta Almaden; tal vez los estudios hechos hayan demostrado que suceda lo mismo en los pasos del Guadalmez y Valdeazogues: por consiguiente, con un trayecto desde Almaden á Córdoba que no seria menos directo que la traza de una carretera, puede observarse que los obstáculos se acumulan desde la divisoria general en adelante; y esto supuesto, vamos á comenzar desde Puerto-Rubio.

El paso de la divisoria principal se hace por medio de un túnel de 1225 metros (4389 pies), despues del cual se siguen ocho leguas por el Albardado, Guadiato y Cañada del Castillo en terrenos abiertos generalmente, y sin obra alguna de fábrica de notable consideracion para subir la divisoria secundaria, se establece un plano inclinado de 1565 metros (4900 pies), con una horadacion en lo alto de 550 metros (1900 pies): siguen dos leguas fáciles en las estendidas Navas de Campo-alto y Campo-bajo, al final de las cuales comienza en legua y media hasta Linares la gran bajada al valle del Guadalquivir que exige un túnel de 926 metros (523 pies) en la cabeza, y á continuacion dos planos inclinados de 1950 metros (7000 pies) y 856 metros (3000 pies) respectivamente, con un viaducto en ellos de 450 metros (1615 pies) de longitud por 24 metros (86 pies) de máxima altura y dos horadaciones de 697 metros (2500 pies) y 487 metros (1750 pies); desde Linares termina hasta Córdoba el camino con legua y media sin accidente reparable, y dentro del límite fijado para las pendientes. En suma, desde Córdoba á Belmez en la confluencia del arroyo Albardado, resultan poco mas de once leguas, y dos y media mas hasta Puerto-Rubio en la divisoria principal; en todo trece y media leguas, de las cuales once y media son buenas ó muy regulares, y dos graves por la naturaleza de las obras que exigiria su construccion.

El trazado recorre la cuenca carbonifera en gran parte de su longitud, y la disposicion general del trayecto es tan directa como demuestra el plano: la

distancia aparece mas corta entre los puntos estremos que la que existe actualmente por los mas cortos caminos de herradura á Belmez y Puerto-Rubio, ventaja muy importante tratándose de una línea general, segun ya se indicó en otro lugar. Sin embargo, la necesidad de tres planos inclinados con las obras á que obligaria su establecimiento, aparte de dos túneles, hará siempre de esta cuestion un caso grave, y que por lo mismo merece, antes de acabar, algunas consideraciones.

Supóngase que sin necesidad de túnel ni planos inclinados hubiera sido dable un trazado desde la divisoria general por la mina Terrible, siguiendo el Guadiato hasta su desembocadura en el Guadalquivir para unirse á la línea de Sevilla á Córdoba, y que asimismo se hubiera tenido la suerte de dar con terrenos medianamente regulares, tanto como puede exigirse razonablemente de un pais de montañas: entonces el problema habria quedado plena y satisfactoriamente resuelto al decir de muchos, por la poderosa razon de que estaba conseguido el paso de Sierra-Morena *sin túneles ni planos inclinados*; ni un trayecto de veintidos leguas y media hubiera sido estorbo, porque nada mas natural que un desarrollo de seis y media en tierras montuosas sobre las doce actuales entre Córdoba y Belmez; ni la travesía de algunos rios ó el encuentro de tal cual obstáculo parcial y propio de una línea considerable habria ocasionado duda, como á nadie ha ocurrido, sobre la bondad de la solucion, porque el camino de Aranjuez haya tropezado en nueve leguas con el Manzanares, el Tajo y el Jarama, ni ocurrirá probablemente porque en el valle del Guadalquivir sean necesarios, entre Córdoba y Sevilla, tres puentes de primer orden y una variacion del rio.

En cambio el trazado propuesto reduce la distancia á poco mas de la mitad de lo que seria en el anterior supuesto, á saber: once leguas de Córdoba á Belmez y dos y media á la divisoria; en todo poco mas de trece leguas y media: dirigido por buenos terrenos, y elevados generalmente, no há menester de puentes ni de obras de fábrica importantes, y en su disposicion domina el pensamiento de concentrar en un breve espacio todas las dificultades y las grandes diferencias de nivel, á lo cual, por una parte, obligaba la topografia del pais, y es buen medio, al propio tiempo, para realizar economia de tiempo y de dinero, con preferencia á entretenerse en el ascenso y descenso inconsideradamente por el empeño de rehusar el recurso que ofrecen los motores fijos. Es verdad que, entre las varias opiniones sustentadas, ha prevalecido en algunos el deseo de conservar para los caminos de hierro mucha parte de la perfeccion con que se construyeron al principio, entre cuyo número pudieran contarse hasta ahora los franceses que, en esto como en otras cosas, y sin saberlo, ó sin confesarlo al menos, se han dejado llevar de la imitacion á los ingleses; en tal hipótesis, la admision de planos inclinados seria un verdadero lunar para una línea de primera clase; pero no es menos cierto que otros, con muy buenas armas para la discusion, pretenden sostener que aquellos son prefe-

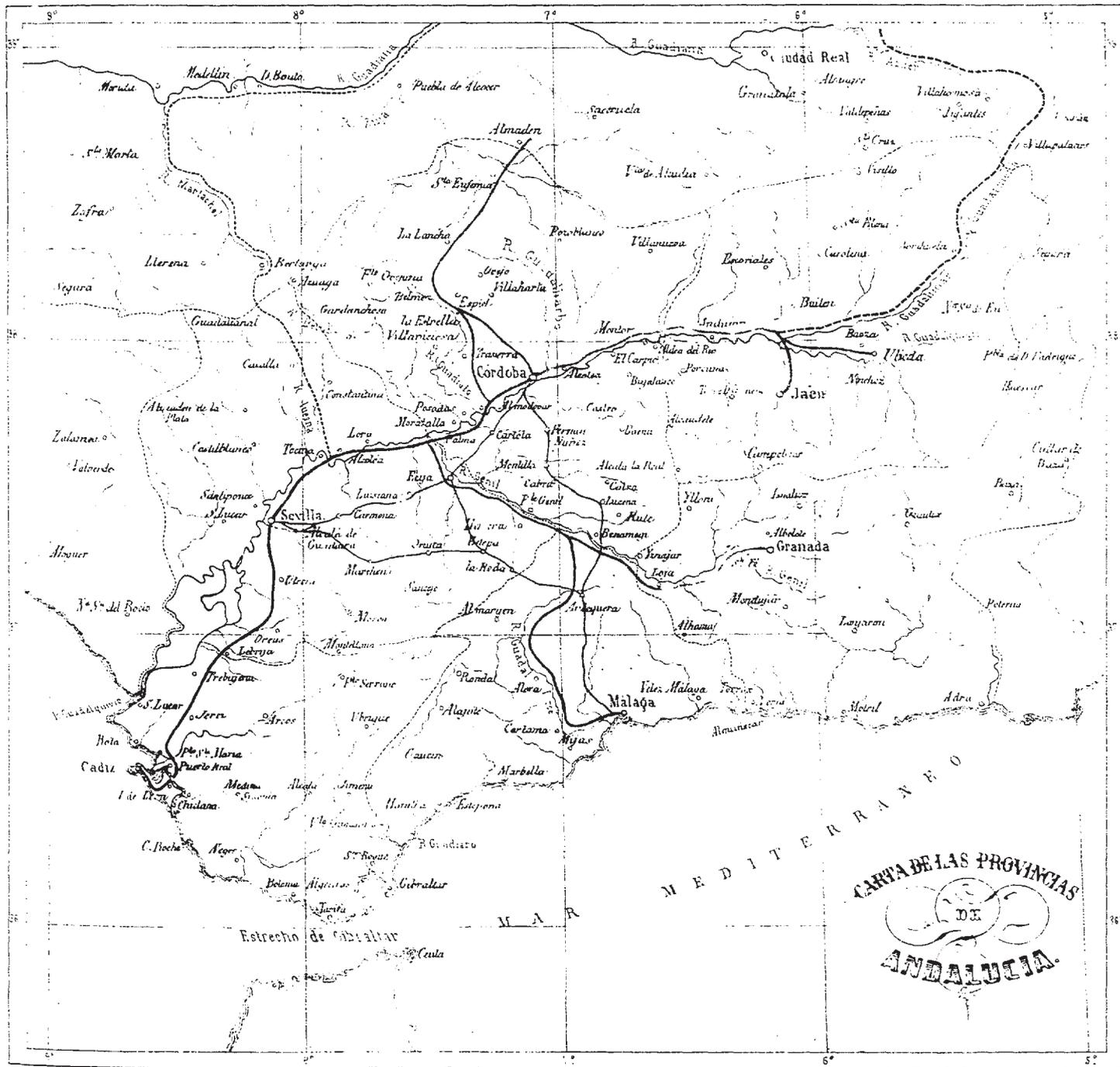
ribles á las pendientes algo prolongadas que lleguen hasta 0,008. Haciendo aplicacion al presente caso, se tiene que los planos inclinados realizan una cuestion de otra manera imposible, acumulando en dos leguas escasas todas las dificultades, que son muy graves, es verdad, y no podrian, sin craso error, desconocerse; pero dos leguas de esta clase, con once y media mas de favorable ejecucion, serian evidentemente mas aceptables que las veintidos y media antes supuestas bajo el punto de vista del importe de su primera construccion, del tiempo necesario para recorrerlas, y de los gastos constantes de entretenimiento y explotacion; no eli-

minarian seguramente la condicion impuesta á *priori* de atravesar muy dificiles terrenos; pero darian por resultado hacer entre puntos dados, Córdoba y Almaden, un camino relativamente breve y barato, mas barato acaso de lo que hubiera podido esperarse de Sierra-Morena.

Por lo demas, los estudios detallados y definitivos, que ya se han comenzado, introducirán las modificaciones propias de la diferencia que existe entre los trabajos á que darán lugar y los que han precedido; y en este supuesto deben entenderse los números y datos que acompañan, y que han guiado en el razonamiento.

(Se concluirá.)





Int. de L. Donon Madrid

Escala de 1 : 2.000.000.

10 5 0 10 20 30 40 leagues de 20 al grado.

## FERRO-CARRIL DE ANDALUCIA (1).

4.ª sección : comprende desde la entrada en el valle del Guadiato hasta Córdoba.

## APÉNDICE

## AL RECONOCIMIENTO PRELIMINAR Y ENSAYO DE TRAZADO.

En los estudios que han precedido, de los cuales fue dada cuenta en 31 de octubre último, el río Guadiato se consideró dividido para el objeto de la discusión en tres partes distintas, aceptando la primera de ellas solamente para el seguimiento de la traza desde el arroyo Albardado hasta la salida de la dehesa Gamonosa, en una longitud aproximadamente de cinco leguas.

La condicion determinante de la solución presentada, fue la admisión de pendientes de 0,015 como máximo: la consecuencia de esta condición fue la necesidad, para doblar la divisoria, de recurrir al empleo de planos inclinados de fuerte pendiente y grandes dimensiones; y los caracteres esenciales del trayecto vinieron á ser la brevedad de la línea desde el Albardado, en la inmediación de Belmez, hasta Córdoba, reducida á una distancia de once leguas, tan corta como los mas directos caminos de herradura; la acumulacion de los grandes desniveles y de las dificultades en las dos leguas del ascenso y descenso de la divisoria por el medio espesado de planos inclinados, y la obtencion de nueve leguas restantes buenas ó muy regulares.

El ensayo de trazado y el razonamiento que al mismo precedía, son elementos que bastan para juzgar de la naturaleza de aquel proyecto, en los supuestos enunciados y del pensamiento económico-administrativo al cual se pretendió que sirviera de base. Mas como quiera que la cuestión sea evidentemente de muy grande importancia y de inmensas consecuencias; como quiera tambien que no puedan desconocerse los inconvenientes anejos al establecimiento y á la explotación de los planos inclinados, tratándose sobre todo de una línea general ó de primera clase, y de planos como los propuestos y que obligaria á adoptar la desfavorable topografía de los terrenos; y como por otra parte, en fin, segun se hizo indicacion en el lugar oportuno, la opinion de muchos se haya pronunciado recientemente en sentido de sustituir á todo trance pendientes hasta de 0,025 y mas, servidas por locomotoras de gran fuerza en lugar de planos inclinados, á imitación del Sørmering y de algunos casos de los caminos ingleses y americanos, parecia natural y necesario ensayar otras combinaciones antes de ultimar resueltamente un parecer definitivo en asunto tan grave como la determinacion del paso de un ferrocarril por en medio de Sierra-Morena. Al tiempo de la remision de los trabajos presentados, quedaba la afición de ampliar las exploraciones al S. O. de Belmez, esto es, avanzando mas hácia Sevilla por los confines de la alta Estremadura, porque de aquel lado se divisaban cada vez mas estendidos los terrenos, y porque quedaba en pie, con leve modifica-

cion, el pensamiento general desarrollado en las consideraciones preliminares sobre la línea del Mediodía considerada de primer orden, siempre que resultara posibilidad de bajar al valle del Guadalquivir entre Córdoba y la desembocadura del Genil hasta la inmediación de Palma del Rio; y tambien asaltaba el deseo de hacer un ensayo á lo largo del Guadiato en su segunda parte hasta los Molinillos de Trasierra, sin embargo de las pocas probabilidades de éxito que su inspeccion ofrecia, y de no haber podido descender á él con la pendiente de 0,015 desde la nava del Rosal.

Estendidos los reconocimientos hácia el origen del Guadiato, y recorridas al S. O. las anchurosas navas de Fuente-Obejuna, Peñarroya, Granjuela y Valsequillo hasta el término de Azuaga, ya en la provincia de Estremadura, por terrenos que se prestan á muy buenas alineaciones, escasos movimientos de tierras y obras de fábrica insignificantes, todo se estrelló ante el horrible aspecto del Bembezar y de las sierras de San Calisto que hacen de todo punto imposible la bajada al Guadalquivir, en términos de considerarse innecesarios aqui mas descripción, croquis ni detalles de la localidad: lo peor del Guadiato en su tercera parte desde Trasierra hasta la desembocadura, que desde luego fue desechada por inadmisibile, seria mas aceptable que el Bembezar y sus inmediaciones en grandes espacios de terrenos, lo que viene á añadir la idea, sobre lo ya espuesto en la primera parte de estos trabajos, de que no hay solución posible en Sierra-Morena á muchas leguas por uno y otro lado de las trazas escogitadas y que son objeto de los planos levantados.

Volviendo al Guadiato, se creyó oportuno intentar el paso desde la venta de la Alhondiguilla al Guadalbarbo (véase el plano-croquis) por las cercanías de Villaharta, por parecer que seria posible conseguirlo con un túnel en el collado nombrado de Pedrique y pendientes á los lados de 0,025 hasta el río; pero las nivelaciones demostraron lo contrario, y ademas bien examinado de nuevo el Guadalbarbo, tanto en sus accidentes parciales como en su dirección general y en cuanto á su longitud, todo indujo á abandonar su seguimiento como inadmisibile: debiendo notarse el error comun á todas las cartas del país, que hacen desembocar al río Guadalbarbo en el Guadalquivir por debajo de las Ventas de Alcolea, confundiéndole con otro arroyo del mismo nombre y de poca consecuencia, cuando el primero de aquellos entra en el segundo mucho mas arriba, llamándose ya río Guadamellato.

Restaba el exámen de la segunda parte del Guadiato desde allí donde la traza del anteproyecto anterior le abandona en la salida de la dehesa Gamonosa, enfrente de la Angostura, para dirigirse á subir el barranco de Mano de Hierro. Ya se ha dicho que en semejantes terrenos no hay medio de fundar una opinion cualquiera sino despues de prolijas operaciones, poco diferentes de un trazado, cuya consecuencia es un improbo y largo aumento de trabajo que suele no compensar el lucimiento de los resultados: en medio de tan profundísimos barrancos y de aquel laberinto de revueltas, hasta ahora

Madrid 15 de octubre de 1853.

(1) Véanse los números 18 y 19, páginas 223 y 238. Tomo II.

abandonadas como inútiles por muchos exploradores extranjeros atraídos de la riqueza de la cuenca carbonífera, era forzoso comenzar por el levantamiento del plano del río en sus cuatro leguas y media hasta Trasierra, llevando una nivelación general de tanteo y las transversales necesarias, á fin de fijar en el papel, siquiera bastante aproximadamente, las condiciones de posibilidad facultativa y económica de una solución.

Tal es la demostración que aparece del estado y de los ocho planos que acompañan, en los cuales se incluye, no solamente la parte espesada del Guadiato, sino también el paso de la divisoria por Trasierra y la bajada al Guadalquivir por la cañada y arroyo de Guarroman, dejando la traza á unos 58 metros de altura sobre la vega baja, y vencida ya toda la dificultad de su enlace con la línea de Sevilla á Córdoba del modo que después pareciere más conveniente. Por más que no deba tratarse de un camino fácil, sino por el contrario, de vencer el formidable estorbo que aparta las provincias centrales de las del Mediodía, es lo cierto que nunca hubiera podido esperarse un resultado como el obtenido; pero antes de entrar en consideraciones generales, es conveniente detallar las operaciones y los accidentes del trayecto para completar la inteligencia de los planos y de la solución en ellos contenida.

Dicho está que esta vez comenzamos desde la salida de la dehesa Gamonosa, enfrente de la Angostura, dejando en su lugar cuanto en los primeros reconocimientos se espesó respecto de las cinco leguas anteriores hasta la confluencia del arroyo Albardado, y de las dos y media restantes en que la línea se aparta dirigiéndose hácia Almaden por Puerto-Rubio. Se procedió á levantar cuidadosamente el plano del río con una buena brújula de Secretan, llevando á la vez con el nivel de aire una nivelación general, según las alineaciones y rumbos que parecían mejores para el trazado, y tomando los desniveles transversales suficientes para marcar en el papel un sistema de curvas horizontales; la línea angulosa de carmin es la de la nivelación, y á ella se refiere el perfil longitudinal que señala las alturas de desmonte y terraplen del seguimiento provisional: quedaba unir las alineaciones rectas por medio de curvas, y esto se hizo en el papel según la línea quebrada fuerte, fijando antes para mínimo el radio de 500 metros.

Como no podía menos de ser, la sujeción de las curvas vino á modificar sensiblemente el trazado de tanteo, sucediendo sin embargo que con los planos y con el estado adjunto, de propósito redactado, hay bastante para juzgar de las diferencias y para comprender la naturaleza y propiedades de una vía adaptable á la escabrosidad de aquellos terrenos. En efecto, en el estado y en el perfil se han escrito las máximas alturas de desmonte y terraplen, con el fin de mostrar la entidad de los movimientos de tierras referidos á la línea de nivelación; y como se han trazado en el plano las curvas horizontales á la distancia constante de cinco metros, es fácil deducir en cada caso el efecto de la modificación por el número de curvas interceptadas. Desde luego puede observarse que, si bien no se trata de un camino

de ligera ejecución, y aunque ha de influir desventajosamente la constante inclinación de las laderas, tampoco resultan en general, ni con mucho, las graves dificultades que eran de esperar: sería una esplanación de trabajo uniforme, entretenido, casi siempre abierta en roca, pero sin ningún punto especial de aquellos que absorben por largo tiempo la atención y el dinero, ó que hacen temer por los inconvenientes de construcción y de estabilidad.

En cuanto á las pendientes, son buenas generalmente, fuera del caso en que han de sustituir á los planos inclinados para subir y bajar la divisoria; en el río, además de los tramos de nivel, se hallan comprendidas desde dos hasta ocho milésimas, porque dos pendientes solamente que llegan á doce y quince milésimas, hay fundamento para creer que queden dentro de aquellos límites en el trazado definitivo. La dificultad era salir del Guadiato, según se manifestó en los primeros reconocimientos, con la necesidad de desarrollarse por espacio de tres cuartos de legua para ganar altura por tan elevados cerros, cruzados á cada paso de inmensos barrancos que bajan al río, y tan descompuestos en todos sentidos, como no puede formarse idea sin verlos: mucho tiempo duró el temor de no conseguir solución con la pendiente de veinticinco milésimas ni con otra mayor, hasta que se llegó á un resultado favorable con apartarse del río á cruzar más altos los barrancos por medio de un sistema de túneles y viaductos, que por fin no son de gran consideración. Después sigue la travesía de la divisoria y el descenso por la cañada de Guarroman, la cual desde su comedio es otro barranco que tan poco ha dejado de ofrecer serios obstáculos; y estas dos leguas se componen de una rampa y de una pendiente de 0,025, divididas por una meseta horizontal, en cuya longitud la tracción habrá de ser producida por locomotoras especiales de gran fuerza.

En cuanto á las alineaciones, no parecía posible adaptar á un trazado dentro del río Guadiato y del Guarroman, según se ha hecho, un sistema de curvas de unión con el radio mínimo de 500 metros. Todo el trayecto suma una distancia de 55.617 metros, de los cuales 8205 metros coinciden con la línea de nivelación; 9795 metros corresponden á alineaciones rectas, y 25.822 metros á los desarrollos de las curvas circulares, de suerte que, como siempre acontece en país de montañas, el camino va trazado en curva generalmente, con una parte recta en el presente caso que pasa poco del cuarto de la totalidad: aun así han sido inescusables tres rectificaciones de río, que no son otra cosa que fuertes golpes de desmonte en roca, y sería menester al tiempo de las operaciones definitivas modificar, aun á costa de disminuir algún tanto el radio, los casos en que la curva sigue inmediatamente á la contracurva sin interposición de recta.

En cuanto á los túneles, todos ellos suman una longitud de 2280 metros, hallándose muy considerablemente reducida su importancia de coste y ejecución por estar divididos en siete perforaciones distintas, de las cuales la mayor es de 555 metros: la altura máxima de las trincheras ó desmontes de cabecera es de 11 á 15 metros, y es probable que

resultára bastante compacta la roca en la horadacion para no exigir revestimientos.

En cuanto á las obras de fábrica, solamente merecen citarse los viaductos que separan entre sí los túneles de salida del Guadiato y los tres puentes sobre este rio, porque todas las demas no serian otra cosa que alcantarillas para dar salida á las aguas de las arroyadas y barranqueras que bajan al mismo: los viaductos se han dispuesto de suerte que su altura no pase de ocho á nueve metros, y los puentes son de tan mediana entidad, tratándose de un camino de hierro como el que nos ocupa, que acaso conviniera aumentar su número para mejorar la disposicion de las alineaciones en algunos puntos.

Por fin, siendo la longitud del camino ahora descrito 55.617 metros, ó sean 6,590 leguas, con cinco leguas mas al arroyo Albardado en la confrontacion de Belmez, resulta una distancia total de poco mas de once leguas, igual al trazado anterior por Campo-Alto hasta Córdoba; queda subsistiendo todo lo que se espuso en las consideraciones generales sobre un sistema de ferro-carriles en el Mediodía, con la diferencia de que en un caso el tronco comun terminaria en aquella ciudad, ramificándose á derecha é izquierda los caminos de Jaen, Sevilla, Cádiz, Málaga y Granada, y ahora ésta separacion tendria lugar á tres leguas escasas mas abajo, en la vega del Guadalquivir y fuera de poblacion: no podrian ser puestas en duda las beneficiosas consecuencias de que una estacion tan principal se estableciera en los muros mismos de una capital como Córdoba; pero en cambio de ello la solucion del Guadiato desembocando por el Guarroman en el valle del Guadalquivir, llevaria la ventaja de ser mas natural y directa hácia el interior de Andalucía, segun lo muestran la carta y el plano-croquis, puesto que, con once leguas próximamente desde Belmez, esta vez se llegaria, no ya á Córdoba, sino á tres leguas mas adelante de Córdoba.

Aqui acaba naturalmente la esposicion del producto de algunos meses de exploraciones y estudios que han tenido por objeto discurrir sobre una cuestion importante, no habiendo perdonado trabajo y depurado cuantos medios se han alcanzado propios para llegar á una resolucion que pudiera encontrarse satisfactoria: siguiendo el orden de las ideas presentadas, estaba fuera de toda duda la ventaja, y puede decirse que la necesidad de que la linea del Mediodía, considerada de primer orden, acercándose á las afamadas minas de Almaden, atravesára los ricos y especiales criaderos carboníferos de Espiel y Belmez para alimentar la explotacion de todo un sistema de ferro-carriles, y para abastecer los depósitos de combustible que urge tener en Sevilla, en Cádiz y en los puertos del Mediterráneo; despues de lo cual, entrando por enmedio de Andalucía, fuera fácil ramificarse en sentido de las corrientes de produccion para fomentar la riqueza del pais y fa-

vorecer la posibilidad industrial de la ejecucion, terminando en los varios centros comerciales y de poblacion que se han de unir en la capital de la monarquía.

Por eso, al tratarse de ensayar un trazado, no era cosa de impresionarse ante las dificultades de localidad, cejando tal vez demasiado pronto como si fuera algo indiferente acudir á otra parte para conseguir el mismo objeto; y por eso fue estudiado y presentado el primer ante-proyecto, teniéndole por conveniente sin embargo de túneles y de planos inclinados, alguno de estos siendo obra de mucha gravedad, tanto para su establecimiento, como respecto de su explotacion. É insiguiendo en el mismo propósito, se extendió el campo de las exploraciones para venir á sentar que en muchas leguas no ofrece Sierra-Morena recurso para ser franqueada; y volviendo de nuevo allí donde, sin embargo de mucha desconfianza, se abrigaba aun alguna duda, ha sido estudiado y se presenta un segundo ante-proyecto en el que por fin los túneles han sido reducidos á pequeñas ó muy medianas perforaciones, y los planos inclinados suprimidos y sustituidos con pendientes de veinticinco milésimas.

Si por ventura la esperiencia sigue abonando en estas pendientes el uso de locomotoras con la necesaria seguridad y economia de traccion, el paso de Sierra-Morena está resuelto segun conviene á los intereses del pais y de las empresas concesionarias; y toda vez que los montes de Toledo hayan opuesto, á lo que parece, graves dificultades segun el primitivo pensamiento del gobierno, es de esperar que desaparecieran á lo largo del valle del Guadiana buscando paso á aquellos por su origen hácia Puerto-Lápiche y empalmado lo mas directamente posible con la linea del Mediterráneo. Lo que sí no puede menos de hacerse presente antes de terminar, es la necesidad de subordinar á un pensamiento comun las tendencias de las compañías aisladas que se ocupan de explorar el pais siguiendo sus propios instintos, y de ellos pudieran seguirse mas tarde lamentables errores: en nuestras consideraciones preliminares hemos enunciado como cosa de grande consecuencia, por ejemplo, la utilidad de que se verificara hácia la confluencia del Guadalquivir y Genil el empalme de la linea de Sevilla y Cádiz con la de Málaga y Granada, tanto para dar justa participacion á comarcas muy importantes, como para que á la vez un mismo camino sirviera de comunicacion con Madrid, y de una á otra entre dichas capitales; observacion que, cualquiera que fuere la apreciacion que de ella se haga por la administracion superior, no ha de haberse tenido presente por los extranjeros que han recorrido estas provincias á nombre de la empresa de Málaga.

Córdoba 31 de marzo de 1855.

JOSÉ SOLER DE MENA.

## FERRO-CARRIL DE ANDALUCIA.

## SEGUIMIENTO DE LA LINEA DE NIVELACION.

	LONGITUDES EN METROS.	INCLINACIONES.			TÚNELES.			
		Horizontal.	Pendientes.	Rampas.	Número.	Altura máxima de los desmontes de cabecera.	Longitudes.	Altura máxima del cerro sobre las rasas- tes.
PLANO NÚMERO 1 . . . .	1280	»	0,01200	»	»	»	»	»
	1570	horizontal	»	»	»	»	»	»
	2197,5	»	0,00720	»	»	»	»	»
» NÚMERO 2 . . . .	1367,5	»	0,00380	»	»	»	»	»
	1260	»	0,00237	»	»	»	»	»
	2150	»	0,00628	»	»	»	»	»
	290	horizontal	»	»	»	»	»	»
» NÚMERO 3 . . . .	785	horizontal	»	»	»	»	»	»
	560	»	0,00446	»	»	»	»	»
	3065	»	0,00571	»	»	»	»	»
	653	»	0,01583	»	»	»	»	»
» NÚMERO 4 . . . .	1240	»	0,01583	»	1. A	11,700	325 <sup>m</sup>	88,606
	1780	»	0,00842	»	1. B	14,500	480	111,800
	1950	»	0,00514	»	»	»	»	»
» NÚMERO 5 . . . .	770	»	0,00514	»	1. C	11,000	120	23,600
	1310	»	0,00343	»	1. D	12,500	555	36,526
	1520	»	»	0,00625	1. E	11,500	170	40,015
	1250	»	»	0,02500	1. F	15,000	240	54,400
	»	»	»	»	1. G	13,000	390	40,500
» NÚMERO 6 . . . .	2375	»	»	0,02515	»	»	»	»
	450	horizontal	»	»	»	»	»	»
	2253	»	0,02500	»	»	»	»	»
» NÚMERO 7 . . . .	4945	»	0,02500	»	»	»	»	»
	»	»	»	»	»	»	»	»
» NÚMERO 8 . . . .	2180	»	0,02500	»	»	»	»	»
	37205	»	»	»	7	»	2280	»

NOTA. Entre el seguimiento de la línea de nivelacion y el trazado sobre el papel, hay una diferencia de menos, en este, de 1588<sup>m</sup>.

## DIVISIONES GENERALES DEL TRAZADO.

Desde frente del coto de Camonosa, pasando por la Angostura y siguiendo el Guadiato, hasta el llano del Moro (plano Desde el llano del Moro hasta donde el trazado corta al río Guadiato junto al puente de Villaviciosa (plano número 4).

NOTA. En esta distancia están comprendidos los túneles A y B y el puente H.

Desde el puente de Villaviciosa hasta el arroyo de D. Lucas (plano número 5).

NOTA. En esta distancia están comprendidos los puentes Y, J y el pontón L.

Desde el arroyo de D. Lucas hasta el encuentro del regajo del Caño con la cañada de Trasierra, en la divisoria (plano

NOTA. En esta distancia están comprendidos los túneles C, D, E, F, G.

Desde el punto anterior hasta la entrada del trazado en el arroyo Guarroman (plano número 6).

Desde la entrada en el arroyo Guarroman hasta finalizar el trazado.

NOTA. Por el trazado sobre el papel queda reducida esta distancia total á 35,8-617 ó sean 6,300

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

CUARTA SECCION.

TRAZADO SOBRE EL PAPEL.

MOVIMIENTOS DE TIERRAS.		OBRAS DE FÁBRICA.		ALINEACIONES CIRCULARES.			Alineaciones rectas.	Total: metros.	Longitudes del seguimiento que coinciden con el trazado.
Desmontes: altura máxima.	Terraplenes: altura máxima	Clase y número.	Altura máxima.	Número	Radios.	Desarrollos.			
10, m.	11, m	»	»	7	725m 834 300 300 310 447 593	3701m	1305m	5006	300m
14, m 500	8, m 500	»	»	8	672m 362 628 550 380 330 528 525	3552	1450	5002	934
14, m 200	14, m 000	»	»	10	662m 350 300 300 632 300 392 340 340 325	4482	243	4725	1102
7, m 500	10, m 800	un puente H un id. Y un id. J	14, m 300 10, m 940 8, m 500	12	445m 327 542 405 1208 300 367 525 1020 345 388 335	1988	2562	4550	2371
14, m	9, m 500	un ponton L	9, m 000	14	404 325 597 394 470 525 470 475 561 368 378 370 440 315	2824	2179	5003	2674
10, m 508	7, m 020	»	»	12	390 345 622 327 392 500 460 833 386 300 308 455	4500	550	5050	369
7, m 250	13, m 750	»	»	11	410 690 392 460 400 475 390 425 415 402 467	3077	1254	4331	371
3, m 750	3, m 000	»	»	5	545 620 350 350 413	1698	252	1950	84
»	»	4	»	79	»	25822	9795	35617	8205

	Longitudes en metros.	Idem en leguas de 20.000 pies.	Pendientes y rampas en estas longitudes.
número 2).	7.675	1,376	0,01200 0,00720 0,00380 0,00237
	10.525	1,892	0,00628 0,00446 0,00571 0,01583 0,00842
	4.030	0,723	0,00514 0,00514 0,00343
número 6)	3.290	0,590	0,00625 0,02500 0,02315
	4.085	0,732	0,02315 0,02500
	7.600	1,363	0,02500
	37, k 205	6,676	

leguas de 20.000 pies.

## FERRO-CARRIL DE ANDALUCIA.

ESTADO de la poblacion correspondiente á las seis provincias de Sevilla, Cádiz, Málaga, Granada, Córdoba y Jaen, comprendida dentro de una zona de cinco leguas circunscrita al trayecto de la solucion central.

NOMBRES.	Clases.	Provincias á que corresponden.	Poblacion. Número de almas.
Sevilla.	capital	»	100 498
Málaga.	capital	»	68.271
Granada.	capital	»	61.610
Cádiz.	capital	»	53.922
Córdoba.	capital	»	41.976
Jerez de la Frontera.	ciudad	Cádiz.	33.104
Écija.	ciudad	Sevilla.	23.712
Puerto de Santa Maria.	ciudad	Cádiz.	17.930
Jaen.	capital	»	17.387
Antequera.	ciudad	Málaga.	17.012
Sanlúcar de Barrameda.	ciudad	Cádiz.	16.861
Lucena.	ciudad	Córdoba.	16.652
Osuna.	villa	Sevilla.	15.508
Carmona.	ciudad	Sevilla.	15.121
Loja.	ciudad	Granada.	14.957
Velez-Málaga.	ciudad	Málaga.	14.396
Priego.	villa	Córdoba.	13.464
Montilla.	ciudad	Córdoba.	13.224
Úbeda.	ciudad	Jaen.	13.086
Utrera.	villa	Sevilla.	12.864
Aguilar de la Frontera.	villa	Córdoba.	11.836
Arcos.	ciudad	Cádiz.	11.272
Martos.	villa	Jaen.	11.092
Baeza.	ciudad	Jaen.	10.851
Montoro.	ciudad	Córdoba.	10.732
Medina-Sidonia.	ciudad	Cádiz.	10.534
Moron.	villa	Sevilla.	10.493
San Fernando.	ciudad	Cádiz.	9.792
Cabra.	ciudad	Córdoba.	9.576
Andújar.	ciudad	Jaen.	9.353
Chiclana.	villa	Cádiz.	9.144
Castro del Río.	villa	Córdoba.	9.092
Rambla.	villa	Córdoba.	9.000
Bujalance.	ciudad	Córdoba.	8.936
Coin.	villa	Málaga.	8.239
Rota.	villa	Cádiz.	7.997
Montefrío.	villa	Granada.	7.903
Hinojosa.	villa	Córdoba.	7.748
Rute.	villa	Córdoba.	7.640
Cazorla.	ciudad	Jaen.	7.383
Estepa.	villa	Sevilla.	7.339
Arahal.	villa	Sevilla.	6.987
Constantina.	villa	Sevilla.	6.983
Albama.	ciudad	Granada.	6.804
Alhara.	villa	Málaga.	6.794
Pozo-blanco.	villa	Córdoba.	6.748
Alcalá de Guadaíra.	villa	Sevilla.	6.702
Linares.	villa	Jaen.	6.537
Puente-Gonil.	villa	Córdoba.	6.408
Illora.	villa	Granada.	6.359
Lebrija.	villa	Sevilla.	6.270
Colmebar.	villa	Málaga.	5.930
Fuentes.	villa	Sevilla.	5.915
Torrejmenó.	villa	Jaen.	5.787
Fernán-Núñez.	villa	Córdoba.	5.652
Palma del Río.	villa	Córdoba.	5.528
Alhaurin el Grande.	villa	Málaga.	5.514
Campana.	villa	Sevilla.	5.380
Porcuna.	villa	Jaen.	5.262
Bailen.	villa	Jaen.	4.976
Casa-bermeja.	villa	Málaga.	4.681
Fuente-ovejuna.	villa	Córdoba.	4.660
Lora del Río.	villa	Sevilla.	4.633
Benamejí.	villa	Córdoba.	4.552
Villacarrillo.	villa	Jaen.	4.504
Quesada.	villa	Jaen.	4.503
Campillos.	villa	Málaga.	4.410
Cantillana.	villa	Sevilla.	4.386
Algarinejo.	villa	Granada.	4.383

NOMBRES.	Clases.	Provincias á que corresponden.	Poblacion. Número de almas.
Paradas.	villa	Sevilla.	4.285
Valdepeñas de Jaén.	villa	Jaen.	4.209
Santa Fé.	ciudad	Granada.	4.172
Almogía.	villa	Málaga.	4.068
Mijas.	villa	Málaga.	4.033
Mancha-Real.	villa	Jaen.	3.966
Monda.	villa	Málaga.	3.903
Puerto-Real.	villa	Cádiz.	3.881
Iznajar.	villa	Córdoba.	3.808
Villafranca y los Palacios	villa	Sevilla.	3.787
Teba.	villa	Málaga.	3.782
Coronil.	villa	Sevilla.	3.778
Torre-del-Campo.	villa	Jaen.	3.742
Cuevas-altas.	villa	Málaga.	3.711
Mairena del Alcor.	villa	Sevilla.	3.623
Jodar.	villa	Jaen.	3.614
Casarabonela.	villa	Málaga.	3.613
Ibros.	villa	Jaen.	3.605
Arjona.	villa	Jaen.	3.598
Villafranca.	villa	Córdoba.	3.596
Cañete la Real.	villa	Málaga.	3.575
Viso del Alcor.	villa	Sevilla.	3.552
Conil.	villa	Cádiz.	3.542
Dos Hermanas.	villa	Sevilla.	3.498
Alameda.	villa	Málaga.	3.463
Torre-Peró-Gil.	villa	Jaen.	3.443
Carcabuey.	villa	Córdoba.	3.396
Belalcázar.	villa	Córdoba.	3.380
Villa del Río.	villa	Córdoba.	3.368
Carlota.	villa	Córdoba.	3.252
Montellano.	villa	Sevilla.	3.242
Benamargos.	villa	Málaga.	3.200
Coria.	villa	Sevilla.	3.184
Montemayor.	villa	Córdoba.	3.180
Colomera.	villa	Granada.	3.102
Sabiote.	villa	Jaen.	3.051
Torremilano.	villa	Córdoba.	3.008
Alfarnate.	villa	Málaga.	3.004
Zubia.	villa	Granada.	2.963
Luisiana.	villa	Sevilla.	2.941
Alozaina.	villa	Málaga.	2.914
Ardales.	villa	Málaga.	2.890
Trebujena.	villa	Cádiz.	2.888
Cártama.	villa	Málaga.	2.863
Abdalajis.	villa	Málaga.	2.859
Padul.	villa	Granada.	2.847
Iznalloz.	villa	Granada.	2.775
Cambil.	villa	Jaen.	2.773
Moclin.	villa	Granada.	2.760
Posadas.	villa	Córdoba.	2.730
Alhaurin.	villa	Málaga.	2.717
Viso.	villa	Córdoba.	2.704
Carpio.	villa	Córdoba.	2.696
Adunuz.	villa	Córdoba.	2.640
Savia grande.	villa	Granada.	2.621
Pinos-puente.	villa	Granada.	2.575
Borge.	villa	Málaga.	2.517
Pegalajar.	villa	Jaen.	2.516
Santaella.	villa	Córdoba.	2.512
Riogordo.	villa	Málaga.	2.466
Paterna de Ribera.	villa	Cádiz.	2.436
Cabezas.	villa	Sevilla.	2.421
Arjonilla.	villa	Jaen.	2.393
Torres.	villa	Jaen.	2.292
Castillo de las Guardas.	villa	Sevilla.	2.287
Albendin.	villa	Granada.	2.276
Sanlúcar la Mayor.	ciudad	Sevilla.	2.245
Periana.	villa	Málaga.	2.228
Lopera.	villa	Jaen.	2.179
Bojijar.	villa	Jaen.	2.159
Guaro.	villa	Málaga.	2.128
Casariche.	lugar	Sevilla.	2.115
Burgo de Ronda.	villa	Málaga.	2.113
Badolatosa.	villa	Sevilla.	2.107
Iznatorafe.	villa	Jaen.	2.101
Almachar.	villa	Málaga.	2.081
Oliveras.	villa	Sevilla.	2.074

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

NOMBRES.	Clases.	Provincias á que cor- responden.	Poblacion. Número de almas.	NOMBRES.	Clases.	Provincias á que cor- responden.	Poblacion. Número de almas.
Marmolejo..	villa	Jaen. . . .	2.020	Diezma..	villa	Granada .	1.077
Archidona.	villa	Málaga. .	1.998	Totalan.	lugar	Málaga. .	1.068
Villares (Los)..	villa	Jaen. . . .	1.968	Moclinejo. .	villa	Málaga. .	1.068
Herrera.	lugar	Sevilla. .	1.965	Valsequillo. .	lugar	Córdoba .	1.064
Cañete. . . .	villa	Córdoba .	1.960	Tocina. . . .	villa	Sevilla. .	1.064
Salar. . . . .	villa	Granada .	1.939	Alfacar. . . .	villa	Granada .	1.049
Rus. . . . .	villa	Jaen. . . .	1.917	Hornachuelos..	villa	Córdoba .	1.040
Benacazon. .	villa	Sevilla. .	1.864	Bolullus. . . .	villa	Sevilla. .	1.030
Afarte. . . . .	villa	Granada .	1.840	Ojijares. . . .	lugar	Granada .	1.017
Vilches. . . . .	villa	Jaen. . . .	1.837	Santiago de Calatrava.	villa	Jaen. . . .	1.014
Bedmar. . . .	villa	Jaen. . . .	1.833	Gerena. . . . .	villa	Sevilla. .	1.010
Alcalá del Río.	villa	Sevilla. .	1.822	Monachil. . . .	villa	Granada .	977
Durcal. . . . .	villa	Granada .	1.821	Cullar-Vega. . . .	lugar	Granada .	973
Algaba. . . . .	villa	Sevilla. .	1.814	Santa-Eufemia. . . .	villa	Córdoba .	964
Maracena. . .	villa	Granada .	1.794	Huotor-Vega. . . .	villa	Granada .	945
Peña-Flor. . .	villa	Sevilla. .	1.785	Blazquez. . . . .	lugar	Córdoba .	944
Zafaraya. . .	villa	Granada .	1.780	Alcaracejo. . . .	villa	Córdoba .	936
Mollina. . . .	lugar	Málaga. .	1.771	Roda (La). . . . .	villa	Sevilla. .	934
Baños. . . . .	villa	Jaen. . . .	1.770	Pilar. . . . .	lugar	Granada .	917
Alcolea del Río.	villa	Sevilla. .	1.747	Rubio. . . . .	lugar	Sevilla. .	917
Villanueva de Andújar.	villa	Jaen. . . .	1.747	Aguadulce. . . . .	villa	Sevilla. .	888
Chanchina. . .	villa	Granada .	1.744	Villanueva de Tapia. .	lugar	Málaga. .	888
Chipiona. . . .	villa	Cádiz. . .	1.731	Aznalcazar. . . . .	villa	Sevilla. .	888
Churriana. . .	lugar	Málaga. .	1.708	Castilleja de la Cuesta.	villa	Sevilla. .	877
Gilena. . . . .	villa	Sevilla. .	1.688	Carratraca. . . . .	lugar	Málaga. .	872
Fuente Palmera.	villa	Córdoba .	1.676	Talará. . . . .	lugar	Granada .	863
Villanueva del Duque.	villa	Córdoba .	1.664	Guilena. . . . .	villa	Sevilla. .	846
Cogollos. . . .	villa	Granada .	1.655	Canena. . . . .	villa	Jaen. . . .	840
Belmez. . . . .	villa	Córdoba .	1.628	Escuzar. . . . .	lugar	Granada .	840
Villaviciosa. .	villa	Córdoba .	1.600	Pinos-Genil. . . . .	villa	Granada .	836
Pero-Abad. . .	villa	Córdoba .	1.596	Becerro. . . . .	lugar	Málaga. .	827
Palenciana. . .	villa	Córdoba .	1.588	Quentar. . . . .	lugar	Granada .	827
Albuñuelas. . .	lugar	Granada .	1.584	Comares. . . . .	lugar	Málaga. .	821
Espera. . . . .	villa	Cádiz. . .	1.577	Gojar. . . . .	lugar	Granada .	818
Churriana. . .	villa	Granada .	1.562	Huotor-Santillan. . . .	villa	Granada .	813
Villanueva del Rosario.	lugar	Málaga. .	1.547	Marinaleda. . . . .	lugar	Sevilla. .	796
Umbrete. . . .	villa	Sevilla. .	1.529	Ginés. . . . .	villa	Sevilla. .	792
Pedroso. . . .	villa	Sevilla. .	1.525	Torremolinos. . . . .	lugar	Málaga. .	785
Albolote. . . .	villa	Granada .	1.515	Valencina. . . . .	villa	Sevilla. .	767
Jimena. . . . .	villa	Jaen. . . .	1.507	Peligros. . . . .	lugar	Granada .	759
Menjíbar. . . .	villa	Jaen. . . .	1.502	Oliás. . . . .	lugar	Málaga. .	746
Pizarra. . . . .	lugar	Málaga. .	1.496	Guarroman. . . . .	villa	Jaen. . . .	736
Fuente-Baqueros. .	lugar	Granada .	1.491	Almárgen. . . . .	lugar	Málaga. .	723
La-Guardia. . .	villa	Jaen. . . .	1.443	Benalúa. . . . .	villa	Granada .	709
Jamilena. . . .	villa	Jaen. . . .	1.427	Gelves. . . . .	villa	Sevilla. .	699
Encinas-reales. .	lugar	Córdoba .	1.424	Tomares. . . . .	villa	Sevilla. .	699
Pedñera. . . .	villa	Sevilla. .	1.424	Santa-Cruz. . . . .	lugar	Granada .	699
Guejar-sierra. .	villa	Granada .	1.417	Purchil. . . . .	lugar	Granada .	699
Armilla. . . . .	villa	Granada .	1.393	Higuera de Arjona. . . .	lugar	Jaen. . . .	685
Villanueva del rey.	villa	Córdoba .	1.388	Camas. . . . .	villa	Sevilla. .	662
Villanueva del ariscal.	villa	Sevilla. .	1.378	Beas de Granada. . . . .	lugar	Granada .	654
Cuevas-bajas. . .	lugar	Málaga. .	1.370	Villar-Don-Pardo. . . . .	villa	Jaen. . . .	645
Villaralto. . . .	villa	Córdoba .	1.368	Santiponce. . . . .	villa	Sevilla. .	640
Castilblanco. . .	villa	Sevilla. .	1.345	Mairena de aljarafe. . . .	villa	Sevilla. .	640
Huotor-tajar. . .	villa	Granada .	1.317	Salteras. . . . .	villa	Sevilla. .	632
Puebla junto á Coria.	villa	Sevilla. .	1.303	Higuera. . . . .	villa	Jaen. . . .	618
Alcausin. . . .	villa	Málaga. .	1.295	Viznar. . . . .	lugar	Granada .	618
Almodobar. . .	villa	Córdoba .	1.292	Macharaviaya. . . . .	lugar	Málaga. .	609
Otura. . . . .	lugar	Granada .	1.290	Iznate. . . . .	lugar	Málaga. .	609
Villargordo. . .	villa	Jaen. . . .	1.285	Monturque. . . . .	villa	Córdoba .	600
Chimeneas. . . .	villa	Granada .	1.272	Lora de Estepa. . . . .	villa	Sevilla. .	582
Añora. . . . .	villa	Córdoba .	1.260	Villanueva del rio. . . . .	villa	Sevilla. .	566
Carchelejo. . . .	villa	Jaen. . . .	1.254	Palomares. . . . .	villa	Sevilla. .	566
Albaúchez. . . .	villa	Jaen. . . .	1.193	Huevar. . . . .	villa	Sevilla. .	565
Puebla de los Infantes.	villa	Sevilla. .	1.190	Granjuela. . . . .	lugar	Córdoba .	552
Ventas de Huelma. .	lugar	Granada .	1.190	Humilladero. . . . .	lugar	Málaga. .	550
Brenes. . . . .	villa	Sevilla. .	1.152	Fuente de piedra. . . . .	lugar	Málaga. .	526
Iruela. . . . .	villa	Jaen. . . .	1.149	Guevejar. . . . .	lugar	Granada .	522
Aznalcollar. . .	villa	Sevilla. .	1.139	Guadalcazar. . . . .	villa	Córdoba .	520
Benagalbon. . . .	lugar	Málaga. .	1.139	Arquillos. . . . .	villa	Jaen. . . .	516
Cutar. . . . .	lugar	Málaga. .	1.131	Villanueva de Mesía. . . .	villa	Granada .	509
Campillo de Arenas .	villa	Jaen. . . .	1.121	Lachar. . . . .	lugar	Granada .	509
Tayena. . . . .	villa	Granada .	1.090	Espartinas. . . . .	villa	Sevilla. .	498
Espiel. . . . .	villa	Córdoba .	1.088	Cajar. . . . .	lugar	Granada .	495
Sierra de Yeguas. .	villa	Málaga. .	1.087	Bornujos. . . . .	villa	Sevilla. .	494
Javalquinto. . .	villa	Jaen. . . .	1.081	Alfarnatejo. . . . .	lugar	Málaga. .	493
Benalmadena. . .	villa	Málaga. .	1.080	Nivar. . . . .	lugar	Granada .	472

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

NOMBRES.	Clases.	Provincias à que cor- responden.	Poblacion. Número de almas.	NOMBRES.	Clases.	Provincias à que cor- responden.	Poblacion. Número de almas.
Pulianas.	lugar	Granada .	472	Mármol.	villa	Jaen. . . .	199
Cijuela.	lugar	Granada .	468	Castilleja del Campo.	villa	Sevilla.. .	184
Saleres..	lugar	Granada .	463	Garcies..	villa	Jaen. . . .	178
Conchar.	lugar	Granada .	454	Gavia-Chica.	lugar	Granada .	177
Molares.	villa	Sevilla .	452	Ambros.	lugar	Granada .	173
Ovejo.	villa	Córdoba .	448	Espelni.	lugar	Jaen. . . .	172
Belicena.	lugar	Granada .	436	Cazalilla.	villa	Jaen. . . .	167
Albaida.	villa	Sevilla .	415	Torrequebradilla..	villa	Jaen. . . .	152
Lupion..	villa	Jaen. . . .	409	Tobarnela..	villa	Jaen. . . .	150
Benaque.	villa	Málaga .	400	Trujillo.	villa	Granada .	149
Villanueva de Cauche.	lugar	Málaga .	393	Senes.	lugar	Granada .	127
Chilches.	lugar	Málaga .	392	Trasierra.	villa	Córdoba .	116
Rinconada..	villa	Sevilla .	389	Castilleja de Guzman.	villa	Sevilla.. .	105
Serrato..	lugar	Málaga .	385	Alicasas.	lugar	Granada .	95
Cacin.	lugar	Granada .	382	Bobadilla.	lugar	Málaga .	85
Fuente del Rey.	villa	Jaen. . . .	361				
La-Mala.	lugar	Granada .	372	RESUMEN.			
Burguillos..	villa	Sevilla .	343				
Villanueva del Río.	villa	Sevilla .	323				
Torre-Blanco-Pedro.	villa	Jaen. . . .	315				
Dudar.	lugar	Granada .	295				
Fuente-la-Lancha.	villa	Córdoba .	292				
Villaharta.	lugar	Córdoba .	284				
Jun..	lugar	Granada .	281				
Morente.	villa	Córdoba .	280				
Pulianillas..	lugar	Granada .	277				
Escañuela..	villa	Jaen. . . .	252				
Garrobo.	villa	Sevilla .	205				
Caparacena.	lugar	Granada .	204				

	Ciudades.	Villas.....	Lugares..	Total de poblaciones	Habitantes.
Poblacion compren- dida dentro de la zona. . . . .	29	243	70	344	1.356.950
Idem fuera. . . . .	10	143	67	222	559.484
Poblacion total de las seis provincias. . . .	39	390	137	566	1.916.434

“Dirección de la explotación del ferrocarril  
entre Jerez, El Puerto y Cádiz”

Luis Díez, Juan V. Vergara

*Revista de Obras Públicas* vol. 3, nº 2, enero de  
1855, pp. 18-22



DIRECCION DE LA ESPLORACION DEL FÉRRO-CARRIL ENTRE JEREZ, EL PUERTO Y CÁDIZ.

Sr. D.

Muy señor mío: Tengo la satisfacción de pasar á sus manos un estado de los productos y gastos de esta empresa desde su inauguracion hasta el día de ayer, y la direccion citará muy en breve á junta general para acordar, entre otros particulares, la distribucion de las utilidades, segun dispone el reglamento de la sociedad.

La falta de coches de 3.<sup>a</sup> clase en los primeros días de la explotacion, la época de agitacion, de epidemia y de incomunicacion que le siguió, la consiguiente suspension de los trenes, la numerosa emigracion al campo de las personas que mas vida dan á los negocios, de donde no acabaron de regresar hasta fines del semestre, unido á lo tarde que por circunstancias inevitables pudo tener la empresa armado el material para el servicio de mercancías, son causas todas reunidas harto poderosas y harto evidentes para justificar el quebranto que arrojan algunos meses del adjunto estado.

Los productos que aparecen en el último mes, es menos favorable del año para tomado por tipo del número de viajeros ni del movimiento de las mercancías, deja ya entrever lo que será la empresa luego que disfrute de las ventajas de un verano sin los inconvenientes del pasado.

Si tales productos ofrece una línea con un material mas numeroso que el que corresponde á su cortísima estension, si el gasto del personal es por esta misma razon aun mas desproporcionado, y si está lejos de realizarse el fin que se propuso el proyecto al Trocadero, de acercar las poblaciones de Cádiz, el Puerto y Jerez sin los inconvenientes de una barra apenas transitable y de una travesía de mar siempre molesta, ¿qué será la empresa luego que consiga estos objetos, no tenga que someter sus viajes á horas determinadas, ni se recarguen las mercancías con un costoso y molesto barquaje? ¿Y qué será despues que se construya la línea hasta Sevilla?

Me lisonjea la idea de que el resultado que tengo la satisfacción de ofrecer á los accionistas es superior á toda esperanza.

Yo mismo, cuando con importuna perseverancia fui suplicando á cada uno cooperase á la realizacion de mi proyecto, tenía una fe grande en sus resultados, pero solo los prometía al llegar al Trocadero y esto únicamente como primer paso; mas debo decirlo con franqueza, cuando superando mil y mil dificultades que pocos conocen á fondo, tan solo podía mirar como posible ver concluida la línea desde Jerez al Puerto, no me era permitido considerarla, por efecto tal vez de la atmósfera que por todas partes me rodeaba, sino como un juguete, una mera muestra de ferro-carriles y cuyos productos apenas bastarian á cubrir sus gastos.

Los productos de un año, tomando por tipo los del pasado mes, y aun con las desventajas del estado actual de la línea, dan un total de un millon seiscientos ochenta mil reales, sin que sea aventurado anticipar que excederá de dos millones si no se repite otra calamidad como la pasada. Los gastos ordinarios ascenderán á unos seiscientos mil reales anuales. Calcúlense en trescientos mil reales las futuras reparaciones é imprevistos, y aun contando sobre un capital de doce millones, resultará que tiene la empresa asegurado un interés de 6½ por 100, que muy probablemente llegará á 9, como ya lo prueba el resultado ascendente de la última quincena, y esto sin las mayores ventajas que son patentes de la prolongacion de la línea hasta el término propuesto.

En el pasado semestre no hemos tenido, como del estado aparece, mas que los gastos ordinarios, merced á lo nuevo y bueno de todo el material. No estando acabada de engravar la via, ni terminada la construccion de las obras, los gastos de conclusion han debido absorber lo que en otro caso habria costado la reparacion, con cuyo coste, como ya dejamos indicado, es necesario contar en los futuros tiempos de explotacion.

Por mi particular interés, por el beneficio de los intereses en cuya administracion he intervenido, pero mas que todo, por el bien que debe resultar al país, me cabe una gran satisfacción en que los favorables é inesperados resultados correspondan á la alta moralidad que ha presidido en todas las operaciones de esta empresa.

Necia vanidad seria la de atribuirme mérito alguno por la seguridad y regularidad con que se ha verificado la circulacion de los trenes. Gracias mil debemos ante todo rendir al Todopoderoso por habernos libertado del menor fatal accidente de los que solemos oír en caminos veteranos en su ejercicio: debémosla dar despues á los señores ingenieros cuya obra no ha necesitado la mas mínima modificacion; y nos complacemos en reconocer la eficaz cooperacion de todos los empleados de la empresa que, con ejemplar emulacion, han contribuido á que el servicio se haya hecho con una precision á que no estamos acostumbrados.

Por muy satisfactorio que sea para mi pesada responsabilidad el ofrecer favorables resultados financieros, relativamente al malhadado período que ha trascurrido, no es en manera alguna comparable al gozo con que doy gracias al Señor por no tener que deplorar ni la mas leve contusion en ninguno de los pasajeros, ni en los incipientes servidores de la empresa.

De todas veras le ruego y confío poder repetir iguales gracias, procurando no omitir medio alguno por mi parte para que la empresa conserve toda la vigilancia conducente á la seguridad y regularidad del importante servicio que desempeña.

Soy de V. con la mayor consideracion su mas atento y seguro servidor Q. B. S. M.

LUIS DIEZ.

Jerez 1.º de enero de 1855.

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

## FERRO-CARRIL ENTRE JEREZ, EL PUERTO DE SANTA MARIA Y CADIZ.

CUENTA GENERAL DE LOS PRODUCTOS Y GASTOS DE LA ESPLOTACION DESDE SU INAUGURACION EN 23 DE JUNIO HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 1854.

QUEBRANTO.	DEBB.	EXPLOTACION.	HABER.	UTILIDAD.
JUNIO.				
		Productos desde el 23 al 30	10,037 viajeros. 59,258 Suplementos. 429 Vapores. 10,196 50	69,783 50
14,138	9,138	Personal.		
	5,000	Idem anterior.	Gastos generales.	
4,943 53	4,943 53	Personal.	Estacion de Jerez.	
	1,883 52	Personal.		
3,324 56	1,440 74	Gastos.	Estacion del Puerto.	
	6,770	Maquin. <sup>s</sup> fogn. <sup>s</sup> y limp. <sup>s</sup>		
9,248 50	2,478 50	Coke, aceite, sebo.	Traccion.	
	348 50	Conductores y engrasadores.	Trasporte.	
348 50				
	291 71	Telegrafistas.	Telégrafo.	
291 71				
32,294 80		Total de gastos.		
37,488 70		Utilidad líquida en el mes.		37,488 70
69,783 50				69,783 50

JULIO.				
		Productos de la 1. <sup>a</sup> quincena.	6,013 viajeros. 34,596 Suplementos. 449 Vapores. 7,067 50	42,112 50
		Idem de la 2. <sup>a</sup> quincena.	8,661 viajeros. 38,900 50 Suplementos. 1,065 50 Vapores. 7,728	47,694
9,073 66	9,066 66	Personal.		
	7	Material.	Gastos generales.	
6,789 27	6,078 06	Personal.		
	711 21	Material.	Estacion de Jerez.	
4,797 6	4,618 34	Personal.		
	178 72	Material.	Estacion del Puerto.	
15,223 50	8,311 50	Maquin. <sup>s</sup> fogn. <sup>s</sup> y limp. <sup>s</sup>		
	6,912	Coke, aceite y sebo.	Traccion.	
1,291 35	4,276 35	Conductores y engrasadores.	Trasporte.	
	15	Aceite y grasa.		
5,806	5,657	Guardas.	Vigilancia y servicio de la via.	
	149	Aceite.		
	550 30	Telegrafistas.		
713 62	163 32	Utiles.	Telégrafo.	
43,694 46		Total de gastos.		
46,112 04		Utilidad líquida en el mes.		46,112 04
89,806 50				89,806 50

AGOSTO.				
		Productos de la 1. <sup>a</sup> quincena.	6,168 viajeros. 26,276 50 Suplementos. 1,990 72 Vapores. 5,540	33,807 22
		Idem de la 2. <sup>a</sup> quincena.		»
9,477 7	9,067 32	Personal.		
	406 75	Material.	Gastos generales.	
6,442 27	6,143 25	Personal.		
	229 2	Gastos.	Estacion de Jerez.	
3,483 3	3,325 33	Personal.		
	157 70	Material.	Estacion del Puerto.	

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

QUEBRANTO.	DEBE.	EXPLOTACION		HABER.	UTILIDAD.
	8,350	Maquin. <sup>s</sup> fogon. <sup>s</sup> y limp. <sup>s</sup>			
13,034 23	4,684 25	Coke, aceite y sebo.	Traccion.		
	1,204 37	Conductores y engrasadores.			
1,227 58	23 21	Aceite y grasa.	Trasporte.		
	5,697	Guardas.			
5,832 65	135 62	Aceite.	Vigilancia y servicio de la via.		
	1,416 68	Telegrafistas.			
1,426 24	9 56	Material.	Telégrafos.		
7,112 84		Quebranto en el mes. . . . .		7,112 84	
	<u>40,920 6</u>			<u>40,920 6</u>	

SETIEMBRE.

		Productos desde el 1 al 21. . . . .			
		Idem desde el 22 al 30.	1,205 viajeros.	4,498 50	"
			Suplementos.	812 61	
			Vapores.	2,386	7,697 11
9,472 66	9,066 66	Personal.			
	406	Material.	Gastos generales.		
	4,047 66	Personal.			
4,278 71	231 5	Gastos.	Estacion de Jerez.		
	3,540 33	Personal.			
3,782 83	242 50	Gastos.	Estacion del Puerto.		
	7,244 50	Maquin. <sup>s</sup> fogon. <sup>s</sup> y limp. <sup>s</sup>			
9,612 40	2,367 60	Coke, aceite y sebo.	Traccion.		
	1,188 33	Conductores y engrasadores.			
1,621 23	432 90	Aceite y grasa.	Trasporte.		
	5,357	Guardas.			
5,477 90	120 90	Aceite.	Vigilancia y servicio de la via.		
	1,416 74	Telegrafistas.			
1,416 74		Quebranto en el mes. . . . .	Telégrafo.		
27,965 6				27,965 6	
	<u>35,662 17</u>			<u>35,662 17</u>	

OCTUBRE.

		Productos de la 1. <sup>a</sup> quincena.	2,212 viajeros.	7,753 50	
			Suplementos.	333 20	
			Mercancías.	806 48	
			Vapores.	4,060 50	12,955 68
		Productos de la 2. <sup>a</sup> quincena.	3,277 viajeros.	12,727	
			Suplementos.	357 56	
			Mercancías.	3,360 16	
			Telégrafo.	19	
			Vapores.	5,815	22,278 72
9,170 66	9,066 66	Personal.			
	104	Gastos.	Gastos generales.		
	4,442 16	Personal.			
4,584 47	142 31	Gastos.	Estacion de Jerez.		
	3,361 33	Personal.			
8,517 33	156	Gastos.	Estacion del Puerto.		
	7,402	Personal.			
12,950 93	5,848 93	Coke, aceite y sebo.	Traccion.		
	1,436 33	Conductores y engrasadores.			
1,321 45	185 12	Aceite y grasa.	Trasporte.		
	5,361	Guardas.			
5,496 82	135 82	Aceite.	Vigilancia y servicio de la via.		
	1,416 66	Telegrafistas.			
1,495 16	78 50	Gastos.	Telégrafo.		
3,302 42		Quebranto en el mes. . . . .		3,302 42	
	<u>38,536 82</u>			<u>38,536 82</u>	

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

QUEBRANTO. **DEBE.****EXPLOTACION****HABER.** UTILIDAD.

## NOVIEMBRE.

			5,317 viajeros.	21,193	
			Suplementos.	1,486 49	
		Productos de la 1. <sup>a</sup> quincena.	Mercancías de Jerez al Puerto.	6,735 17	
			Id. del Puerto á Jerez.	4,287 33	
			Vapores.	6,629 50	40,331 19
			4,403 viajeros.	18,667	
			Suplementos.	445 4	
		Productos de la 2. <sup>a</sup> quincena.	Mercancías de Jerez al Puerto.	45,195 84	
			Id. del Puerto á Jerez.	5,072 28	
			Telégrafo.	142	
			Vapores.	5,070	44,592 46
	9,066 66	Personal.			
9,257 99	191 33	Gastos.			Gastos generales.
	5,391 49	Personal.			
5,700 78	309 29	Gastos.			Estacion de Jerez.
	4,393 66	Personal.			
5,123 22	729 56	Gastos.			Estacion del Puerto.
	7,892 17	Maquin. <sup>s</sup> fogon. <sup>s</sup> y limp. <sup>s</sup>			
16,186 60	8,294 43	Coke, aceite y sebo.			Traccion.
	1,188 33	Conductores y engrasadores.			
1,336 88	148 55	Gastos.			Trasporte.
	5,085	Personal.			
5,222 55	137 53	Gastos.			Vigilancia y servicio de la via.
	1,416 65	Telegrafistas.			
1,542 81	126 46	Gastos.			Telégrafo.
44,370 83		Total de gastos.			
40,552 52		Utilidad líquida.			46,552 52
<u>84,923 35</u>					<u>84,923 35</u>

## DICIEMBRE.

			5,355 viajeros.	24,291	
			Suplementos.	562 48	
		Productos de la 1. <sup>a</sup> quincena.	Mercancías de Jerez al Puerto.	22,524 72	
			Id. del Puerto á Jerez.	7,050 90	
			Telégrafo.	53	
			Vapores.	5,932	60,414 10
			8,181 viajeros.	36,304	
			Suplementos.	1,148 66	
		Idem de la 2. <sup>a</sup> quincena.	Mercancías de Jerez al Puerto.	24,001 99	
			Id. del Puerto á Jerez.	11,115 36	
			Telégrafo.	54	
			Vapores.	6,409	79,033 51
	7,166 66	Personal			
7,430 74	264 08	Gastos			Gastos generales.
	6,445 99	Personal			
8,244 7	1,798 08	Gastos			Estacion de Jerez.
	8,614 66	Personal			
19,720 1	2,105 35	Gastos			Estacion del Puerto.
	9,448	Maquin. <sup>s</sup> , fogon. <sup>s</sup> y limp. <sup>s</sup>			
25,022 35	15,574 35	Coke, aceite y sebo.			Traccion.
	1,204 33	Conductores y engrasadores.			
1,465 35	261 02	Aceite y grasa.			Trasporte.
	5,385	Guardas.			
5,520 67	135 67	Aceite.			Vigilancia y servicio de la via.
	1,416 65	Telegrafistas.			
1,416 65					Telégrafo.
59,819 84		Total de gastos.			
79,627 77		Utilidad líquida en el mes.			79,627 77
<u>139,447 61</u>					<u>139,447 61</u>

165,400 71 Saldo de utilidad líquida en 31 de diciembre.

203,781 3203,781 3

---

 REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.
 

---

## RESUMEN.

			( 61.629 viajeros.	284,668	
			Suplementos.	8,781 96	
		Total de los productos en los 153 días de explotación.	Mercancias de Jerez al Puerto.	70,730 13	
			Id. del Puerto á Jerez.	29,420 10	
			Telégrafo.	268	
			Vapores.	66,834 50	460,699 69
68,017 78	66,638 62	Personal.			
	1,379 16	Gastos.			Gastos generales.
	<u>37,492 14</u>	Personal.			
40,983 10	3,490 96	Gastos.			Estacion de Jerez.
	<u>29,737 47</u>	Personal.			
34,748 4	5,010 57	Gastos.			Estacion del Puerto.
	<u>53,118 17</u>	Personal.			
104,278 23	46,160 06	Coke, aceite y sebo.			Traccion.
	<u>7,546 54</u>	Conductores y engrasadores.			
8,612 34	1,063 80	Aceite y grasa.			Trasporte.
	<u>32,542</u>	Guardas.			Vigilancia y servicio
33,336 56	814 56	Aceite.			de la via.
	<u>7,925 39</u>	Telegrafistas.			
8,302 93	377 54	Gastos.			Telégrafo.
<u>295,298 98</u>		Total de gastos en los siete meses de junio á diciembre.			
<u>165,400 71</u>		Saldo de utilidad líquida en 31 de diciembre.			
<u>460,699 69</u>					<u>460,699 69</u>

Resulta de los estados antecedente un saldo de utilidad líquida de rs. vn. . . . 165,400

*Jerez de la Frontera 1.º de enero de 1855.*

EL DIRECTOR DE LA ESPLORACION,  
*Luis Díez.*

EL JEFE DEL MOVIMIENTO,  
*Juan V. Vergara.*



“Ferrocarril entre Jerez, El Puerto de Santa María y Cádiz. Cuenta general de los productos y gastos de la explotación desde 1º de enero hasta 30 de junio de 1855.”

Luis Díez, Juan V. Vergara

*Revista de Obras Públicas* vol. 3, nº 15, agosto de 1855, pp. 178-179



**FERRO-CARRIL**

ENTRE

**JEREZ, EL PUERTO DE SANTA MARIA Y CADIZ.**

CUENTA general de los productos y gastos de la explotación desde 1.º de enero hasta 30 de junio de 1855.

Debemos á la atención de la empresa de este camino el siguiente estado de la explotación: la falta de espacio nos obliga á insertar solo el resumen, que es por otra parte lo que ofrece mas interés á nuestros lectores.

**PRODUCTOS.**

89085 viajeros. . . . .	393046	50	
Suplementos. . . . .	12088	42	
Mercancias de Jerez al Puerto. . . . .	193401	15	
Idem del Puerto á Jerez. . . . .	109595	14	
Telégrafo. . . . .	793		
Vapores. . . . .	79578	50	788502 71

**GASTOS.***Gastos generales.*

Personal. . . . .	42999	96	
Gastos. . . . .	3528	14	46528 10

*Estacion de Jerez.*

Personal. . . . .	40807	55	
Gastos. . . . .	4061	96	
Jornales en varias reparaciones. . . . .	5651	65	
Material para idem. . . . .	1715	85	50216 99

*Estacion del Puerto.*

Personal. . . . .	44656	78	
Gastos. . . . .	7424	22	
Jornales en varias reparaciones. . . . .	5115	35	
Material para idem. . . . .	744	65	55959

*Traccion.*

Maquinistas, fogoneros y limpiadores. . . . .	48885	70	
Coke, aceite y sebo. . . . .	100250	95	
Jornales en reparacion de máquinas. . . . .	58152	64	
Material para idem. . . . .	12152	88	199420 17

*Trasporte.*

Personal. . . . .	7129	98	
Aceite y grasa. . . . .	1770	50	
Jornales en reparacion de carruajes. . . . .	9508	25	
Material para idem. . . . .	5817		22225 71

*Vigilancia de la via.*

Guardas. . . . .	50006		
Aceite. . . . .	806	75	30812 75

*Conservacion de la via.*

Personal. . . . .	66595	64	
Gastos. . . . .	2969	50	
Jornales en construccion y reparacion de herramientas. . . . .	4850		
Material para idem. . . . .	884		75099 14

*Telégrafo.*

Telegrafistas. . . . .	9166	09	
Gastos. . . . .	757	75	9903 84
Total de gastos en los seis meses de Enero á Junio. . . . .			490145 70
Utilidad liquida en 30 de Junio. . . . .			298357 01
			<u>788502 71</u>

Resulta de los estados antecedentes un saldo de utilidad liquida de Rs. vn. 298357 01 Jerez de la Frontera, á 30 de Junio de 1855. El Director de la explotación, *Luis Diez*.—El Gefe del movimiento, *Juan V. Vergara*.



“Breve reseña del progreso de los ferrocarriles  
en España”

*Revista de Obras Públicas* vol. 3, nº 24, diciembre  
de 1855, pp. 277-280



## BREVE RESEÑA

## DE LOS PROGRESOS DE LOS FERRO-CARRILES EN ESPAÑA.

La historia de nuestros ferro-carriles data del año 1850. Veinticinco años hace que se hizo la primera concesion y sin embargo aun no tenemos en explotacion mas que un corto número de kilómetros.

Pero si la historia de nuestros ferro-carri-les es poco fecunda bajo el punto de vista de la realizacion de tan importantes vias, no carece por eso de curiosisimas vicisitudes de grande enseñanza económica.

En tres períodos principales dividiremos nuestra reseña. Desde 1850 hasta fin de 1844 comprenderá el primero; desde esta época hasta fin de 1851 el segundo, y el tercero hasta julio de 1854.

D. Mariano Calero Portocarrero abrió la marcha en España para solicitar concesiones de ferro-carriles. Acababa de verificarse en Inglaterra el famoso concurso de Manchester, y el resultado de los experimentos hechos con las locomotoras que lidiaron en él, daba lugar á un mundo de esperanzas, que ha realizado sobradamente el porvenir. Pero no estaba entonces nuestro pais en la situacion que requieren los progresos materiales para adquirir gran desenvolvimiento. Abandonadas las obras públicas, contenido el pensamiento y esclava la palabra, pobre de inteligencia y de capitales, porque la estenuacion producida por la guerra de la Independencia no habia podido desaparecer, á causa del desasosiego político y de las viciosas instituciones que nos regian, las tentativas que se hicieran entonces, como durante la guerra civil, para aclimatar los ferro-carriles en España, donde no habia, puede decirse, carreteras, no debian tener y no tuvieron resultado alguno. La concesion que se hizo á Calero en 28 de marzo de 1850 de la linea de Jerez al Puerto de Santa Maria, Rota y San Lucar, cedida en 1854 á D. Francisco Maria Fasio, caducó por fin despues de varias prórogas en 1858, sin que haya noticia de que llegáran á completarse los estudios.

Idéntico fin tuvo otra concesion hecha al mismo Fasio en octubre de 1853, de la linea de Tarragona á Reus.

Terminada la guerra civil, y repuesta España de sus inmensas pérdidas con la paz y la tranquilidad debia volver á retoñar la afición á esta clase de empresas, siendo las primeras la concesion del ferro-carril de Barcelona á Mataró otorgada provisionalmente en agosto de 1845 á D. José Maria Roca, y la de Madrid á Aranjuez en abril de 1844 á D. Pedro de Lara.

Hasta aqui la primera época, perfectamente caracterizada porque no se habia estu-

diado todavía el sistema mas conveniente para el otorgamiento de las concesiones, procediendo la administracion á tientas en esta clase de asuntos.

A fines de 1844 se pidió una nueva concesion infinitamente mas vasta é importante que todas las anteriores, puesto que se trataba de la linea de Madrid á Cádiz. Pasó el Gobierno la peticion á informe de la Direccion general de caminos, al mismo tiempo que mandó á esta que indicara la forma y bases generales, bajo las cuales podrian en lo sucesivo otorgarse esta clase de concesiones.

La Direccion de caminos redactó entonces un formulario de concesiones, un pliego de condiciones generales y un modelo de tarifa. Estos documentos fueron presentados á Mr. Jackeau, peticionario del ferro-carril de Sevilla á Cádiz, y á Mr. Richard Keily, que habia pedido tambien otra concesion desde Avilés á Leon, despues de haberse mandado informar sobre la primera á la Direccion general de caminos. Aceptaron estos interesados con ligeras modificaciones las condiciones generales propuestas, que fueron aprobadas por Real orden de 31 de diciembre de 1844. Por Reales órdenes de la misma fecha se otorgaron con el carácter de provisionales las concesiones que Keily y Jacqueau tenian solicitadas.

Desde este momento parece que deberia haber comenzado el verdadero desenvolvimiento de estas vias de comunicacion en nuestro pais, y asi se creyó entonces por los que observando superficialmente, solo veian la multitud de peticiones de concesion que se dirigieron al Gobierno en los años 1845 y 1846, y éste otorgó con sobrada é injustificable facilidad.

Como no podia menos de suceder, el desengaño siguió de bien cerca á las ilusiones creadas. La causa de esto se hallaba en el estado de nuestro pais, no á propósito todavía para permitir gran desarrollo á esta clase de empresas, y en una falta, podemos decir garrafal, cometida por la administracion, al aprobar las propuestas de condiciones etc. formuladas por la Direccion de caminos.

El pliego de condiciones generales y el formulario que le precedia para las concesiones eran excelentes. Si el Gobierno se hubiera ajustado á ellos, no tendríamos quizá mas ferro-carriles de los que tenemos, pero no se hubiera dado lugar al ágio que se hizo con las concesiones, y á la reaccion que irremediablemente habia de producirse á consecuencia de él en contra de los ferro-carriles.

En el proyecto de la Direccion no se admitian las concesiones provisionales. Las concesiones habian de recaer definitivamente sobre proyectos completos, y previo depósito de la décima parte del capital necesario.

El Gobierno intercaló el artículo 3.º de la Real orden de 31 de diciembre de 1844 que dice asi:

III. «Cuando el suscriptor ó suscritores de las propuestas de los caminos de hierro sean sujetos de conocido arraigo y ofrezcan además las garantías que el Gobierno estime suficientes, se les concederá un término de doce á diez y ocho meses para que puedan presentar los documentos y llenar las formalidades que espresan las disposiciones precedentes con la autorización necesaria para obtener los datos precitados, reservándoles entre tanto la preferencia sobre otras propuestas que se refieran al mismo camino.»

En este artículo está el origen de las concesiones provisionales, que se solicitaron sin medida, porque ninguna obligación imponían al peticionario, que adquiría un derecho sobre la concesión del ferro-carril durante el plazo fijado, dentro del cual podía hacer la ley al que tratase de solicitar formalmente la línea otorgada, exigiéndole una prima por la cesión de un derecho, que no le había costado más que el papel sellado en que iba estendida la petición, y el tener algún tiempo en depósito una corta suma, que se le devolvía cuando la concesión caducaba. Aun este depósito no se exigió en un principio, llegándose á otorgar varias concesiones sin este requisito.

Todas las líneas que podemos soñar en España se concedieron provisionalmente en los años 1845 y 1846, siguiendo á este frenesí el marasmo más completo hasta fin de 1849, en cuyo período solo tenemos noticias de dos concesiones.

La fabulosa red concedida quedó en las colecciones legislativas, pero desgraciadamente solo alguna que otra de las líneas de menor importancia pasó al terreno de los hechos. La de Barcelona á Mataró, anterior al año 1844, la segunda concesión de la línea de Madrid á Aranjuez, otorgada en 1845 y la de Langreo á Gijón del mismo año, son las únicas que han tenido resultados prácticos, abriéndose á la explotación la primera línea en 1.º de noviembre de 1848, la segunda en febrero de 1851 y en 1852 una parte de la tercera, próxima en el día á terminarse completamente.

Caducaron sucesivamente casi todas las demás concesiones, sin que volviera á despertarse la afición á estos negocios hasta el año 1850. Es verdad que desde principios de 1849 se había dado el primer paso en una nueva senda.

Por una ley de 9 de marzo de 1845 se otorgó la primera subvención para la ejecución de ferro-carriles, concediendo á la empresa de Langreo el 6 por 100 de interés por los capitales que invirtiese en las obras del camino, durante la construcción. Ninguna de las anteriores concesiones había conseguido auxilios de esta clase. Desde entonces, rara es la empresa que no ha sido subvencionada.

Los tristes resultados que habían dado la multitud de concesiones hechas en 1845 y

1846, generalizaron la opinión de que en España no eran posibles los caminos de hierro, si el Gobierno no ayudaba su construcción con los fondos públicos. Con esta idea y la de que las vías de comunicación son beneficiosas siempre, cuesten lo que costaren, aceptada la conveniencia y necesidad de hacer ferro-carriles, hubo de aceptarse el sistema de subvenciones y se dictó la ley de 20 de febrero de 1850, que autorizaba al Gobierno para conceder provisionalmente á las empresas la garantía de un minimum de interés, entretanto que se aprobaba una ley general y definitiva, para la cual se abrió la información parlamentaria de 1850, innovación ventajosísima en el modo de hacer las leyes, que por desgracia, no se ha imitado después. Pero la ley definitiva no se hizo y el Gobierno fue otorgando la garantía de interés á las empresas ya citadas de Langreo y de Madrid á Aranjuez, á la de Madrid á Irun, concesión de 1845, á la de Alar á Santander, de 1849, y á la del Grao de Valencia á Játiva, de 1850; quedando solo sin subvención los caminos catalanes, (Barcelona á Mataró, Martorell y Granollers, Tarragona á Reus y Mataró á Arenys de Mar) y el de Jerez á Matagorda, que ninguno de ellos pasaba de 6 leguas de longitud.

A fines de 1851 varió completamente el sistema seguido por el Gobierno y aquí entra el tercer período de los tres en que hemos dividido el de 25 años, que estamos ligeramente examinando.

Acordó el Gobierno abandonar el sistema de concesiones provisionales para las líneas de secundaria importancia, haciendo construir las de primer orden por cuenta del Estado, y por medio de contratatas.

Las primeras disposiciones adoptadas con arreglo á la nueva marcha que trazaba el proyecto de ley presentado á las Cortes en 5 de diciembre de 1851, que no llegó á discutirse, fueron la contrata de la construcción de un ferro-carril de Aranjuez á Almansa y la suscripción por 60 millones de rs. para el ferro-carril de Alar á Santander (19 de diciembre de 1851). A estas siguieron las contratatas del ferro-carril de Sevilla á Cadiz, Socuéllamos á Ciudad-Real y Almodovar á Malaga en 1852, la compra del ferro-carril de Madrid á Aranjuez en el mismo año, las concesiones de Almansa á Alicante y de Almansa á Játiva, con el interés de 6 por 100 durante la construcción, la de Barcelona á Zaragoza, con el mismo subsidio y además el 1 por 100 de amortización, y sin subvención del Estado, la de Martorell á Reus y alguna otra que no recordamos.

Estas contratatas y concesiones tenían gravísimos inconvenientes por la manera con que se realizaron. Las concesiones se hicieron con el carácter de definitivas, pero sin cumplir en la mayor parte de los casos, ninguna de las

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

formalidades que exigian el buen sentido y la legislacion vigente desde 1844.

Las contratas eran á tanto por legua , sin proyectos, sin presupuestos, con menos datos, en fin, de los que se necesitan para contratar la ejecucion de la mas miserable alcantarilla. La subasta que habia de hacerse en todas ellas era ilusoria, por las inmensas ventajas que se daban para licitar al primitivo contratista; los pagos, por último, habian de hacerse en papel creado sin autorizacion de las Córtes.

Semejante desconcierto, debió dar y dió funestos resultados. Presentaba ancho campo á la inmoralidad , y la conciencia del pais acabó por sublevarse hasta el punto de llegar á ser parte poderosa entre las causas que dieron lugar á la revolucion de julio.

A principios del año 1853 ya la opinion pública condenaba el sistema adoptado, obligando al Gobierno á remitir en 29 de abril todos los expedientes de ferro-carriles a exámen del Consejo Real. Sin embargo de los ilustrados dictámenes de este, se confirmaron durante dicho año todas las concesiones y contratas hechas, si bien no se hizo ninguna nueva. En 1853 se puso en explotacion la seccion de Aranjuez a Tembleque, y algunos trozos del ferro-carril del Grao á Játiva , cuya primera seccion (la del Grao á Valencia) se habia abierto al público en 1852.

En la primera mitad de 1854, se puso en explotacion la seccion de Tembleque á Alcázar y la de Jerez al Puerto de Santa Maria ; se otorgaron dos concesiones (Belmez á Córdoba y Villasequilla á Toledo) que caducaron el mismo año, y se convirtió el subsidio de interés que disfrutaba la empresa de Alicante en una

subvencion directa de 15 millones de reales en acciones de ferro-carriles.

En este estado encontró los ferro-carriles la revolucion, que ha respetado en su mayor parte las concesiones hechas , regularizándolas en lo posible y anulando todas las contratas pendientes, menos la de Aranjuez á Almansa, que con la parte comprada en 1852, de Madrid á Aranjuez, se ha concedido al que era contratista de dicha linea , D. José de Salamanca.

En la última mitad de 1854 se pusieron en explotacion las lineas de Barcelona á Granollers , y Barcelona á Molins de Rey , y la parte que faltaba de la linea del Grao á Játiva, y en 1855 el trozo de Moncada á Sabadell en la linea de Barcelona á Zaragoza y la seccion de Alcázar á Albacete.

Despues se ha hecho una ley general y una ley de policia de ferro-carriles , autorizándose al Gobierno con arreglo á la nueva legislación á otorgar en pública subasta la linea de Madrid al Ebro por Valladolid y Burgos.

¿El nuevo sistema adoptado en estas leyes dará por resultado el desenvolvimiento de los ferro-carriles en España? El tiempo lo dirá; nosotros aqui nos hemos propuesto solo presentar los hechos mas culminantes de la historia de nuestros ferro-carriles y no podemos entrar en esta cuestion, que exigiria un exámen detenido de nuestra situacion económica y de la legislacion últimamente aprobada.

Terminaremos con el siguiente estado que manifiesta las concesiones subsistentes en el dia, ratificadas por las Córtes, con sus principales circunstancias.

LINEAS.	FECHA DE LA CONCESION.	LONGITUD DE LA LINEA. Kil. #	AUXILIOS	LONGITUD EN CONSTRUCCION. Kil. #	EN
			QUE DA EL GOBIERNO Ó LAS PROVINCIAS.		ESPLOTACION. Kilómetros.
Madrid á Aranjuez v Almansa	9 de Marzo de 1855.	556	La cuarta parte del capital en la parte de Madrid á Aranjuez y la tercera en la de Aranjuez á Almansa. 20.908,532 rs. vn. en acciones de ferro-carriles, pagaderas por kilómetros á la circulacion. Garantia de un 6 por 100 de interés mínimo y 1 por 100 de amortizacion. 17.853,895 rs. vn. en acciones de ferro-carriles, pagaderas por kilómetros abiertos á la circulacion.	80	Madrid á Albacete 276
Almansa á Játiva. . . . .	26 de Agosto de 1852.	(a)		44	»
Játiva al Grao de Valencia. .	11 de Nobre. de 1850.	58		»	Toda la linea. 58
Almansa á Alicante. . . . .	4 de Sbre. de 1852.	97		49,5	»

(a) Se ignora la longitud que tendrá la línea, por estar pendiente de resolucion la direccion del trazado.

LÍNEAS.	FECHA DE LA CONCESION.	LONGITUD DE LA LÍNEA. Kil.	AUXILIOS QUE DA EL GOBIERNO Ó LAS PROVINCIAS.	LONGITUD EN CONSTRUCCION Kil <sup>ts</sup>	EN ESPLOTACION. Kilómetros.
Sevilla à Córdoba. . . . .	23 de Agosto de 1851.	150	{ 100000 rs. anuales por legua durante 20 años desde que se ponga en explotacion, pagados por las provincias de Córdoba y Sevilla.	22	»
Jerez à Matagorda . . . . .	16 de Agosto de 1850.	27,5	{ Una cantidad por legua en metálico igual à la que resulte de la subasta de la concesion de la línea de Sevilla à Jerez.	12,5	Jerez al Puerto. 15
Alar à Santander. . . . .	15 de Mayo de 1849.	118,5	{ 60.000.000 de rs. en acciones de ferro-carri-les y la garantia del 6 por 100 de interés mínimo y 4 por 100 de amortizacion por otros 60.000.000 de rs.	50	»
Barcelona à Zaragoza . . . . .	21 de Sbre. de 1852.	(b)	{ La tercera parte del capital, pagada en acciones de ferro-carri-les hasta el máximo de 80.000.000 de rs.	44,5	Moncada à Sabadell. 12
Barcelona à Mataró. . . . .	25 de Agosto de 1845.	28	»	»	Toda la línea. 28
Mataró à Arenys de Mar . . . . .	26 de Abril de 1851.	8,5	»	7,5	»
Barcelona à Granollers. . . . .	20 de Julio de 1850.	29	»	»	Toda la línea. 29
Barcelona à Martorell. . . . .	12 de Junio de 1850.	27,5	»	40,6	Barcelona à Molins de Rey. 46,5
Tarragona à Reus. . . . .	30 de Sbre. de 1851.	11	»	11	»
Langreo à Gijon y Oviedo. . . . .	2 de Mayo de 1845.	49	{ 5.500.000 rs. en metálico, pagaderos por kilómetros abiertos à la circulacion.	25	Gijon à Sama de Langreo.

NOTA De las subvenciones que da el Estado deben las provincias costear la tercera parte.  
(b) Se ignora la longitud total por no estar hechos aun los proyectos desde Manresa à Zaragoza.

“Estado de los ferrocarriles españoles en fin  
de octubre de 1856”

*Revista de Obras Públicas* vol. 4, nº 22,  
noviembre de 1856, pp. 253-256



REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

ESTADO DE LOS FERRO-CARRILES

ESPAÑOLES EN FIN DE OCTUBRE DE 1856.

En el último número de la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS correspondiente al año pasado publicamos algunas noticias sobre la historia de los ferro-carriles españoles, y su estado en aquella época. Las muchas concesiones que después se han otorgado exigen ya una nueva noticia.

Hasta fines de 1855 no se otorgó ninguna concesion nueva. Las formalidades que la ley general exigia hacian difícil la preparacion de los expedientes parlamentarios de concesion, y como aquellas formalidades eran indispensables

para no proceder á ciegas, todo el mundo parece que debia conformarse a esperar. Sin embargo, hecha la ley de 14 de noviembre, que concedia la linea de Valladolid á Burgos sin que los requisitos de la ley general estuvieran cumplidos, menudearon de tal modo las exigencias, que al cerrarse la legislatura en 1856 han quedado concedidas cuantas lineas de alguna importancia podíamos soñar para España, y comprometido el Estado por sumas inmensas para subvenciones.

El tiempo dirá los resultados de esta precipitacion. Nosotros nos limitaremos por ahora á presentar los siguientes estados, que hemos procurado hacer completamente exactos, y en que hay datos y cifras elocuentísimas, de las cuales deducirán nuestros lectores las consecuencias que crean oportunas.

ESTADO actual de las concesiones hechas antes de 3 de Junio de 1855 (fecha de la ley de ferro-carriles).

LÍNEAS.	FECHA DE LA CONCESION.	LONGITUD DE LA LÍNEA. Kilóm.	AUXILIOS QUE DA EL GOBIERNO Ó LAS PROVINCIAS.	LONGITUD EN CONSTRUCCION. Kil.	EN ESPLOTACION. Kilómetros.
Madrid á Aranjuez y Almansa.	9 de Marzo de 1855.	556	15 050 000 rs. en metálico para la seccion de Madrid á Aranjuez, y 63 555 355 rs. vn. en metálico para la de Aranjuez á Almansa.	80	Madrid á Albacete 276
Almansa á Valencia. { Valencia a Játiva. . . . . Játiva á Almansa. . . . .	14 de Nov. de 1850. { 26 de Agosto de 1852. { Reunidas en 22 de Setiembre de 1856.	59,5 } 75 } 150,5	La garantia del 6 por 100 de interés mínimo y 4 por 100 de amortizacion para la seccion del Grao de Valencia á Játiva por el capital de 55 252 000 rs. (importe del presupuesto) como máximo, y 20 908 552 rs. vn. en acciones de ferro-carriles, pagaderos por kilómetros concluidos, para la seccion de Játiva á Almansa.	71	Grao á Játiva. 59,5
Almansa á Alicante. . . . .	4 de Set. de 1852.	97	17 853 395 rs. en acciones de ferro-carriles pagaderos por kilómetros concluidos.	97	"
Córdoba á Sevilla. . . . .	20 de Agosto de 1851.	150	100 000 rs. anuales por legua durante 20 años desde que se pongan en explotacion.	50	"

Tomo IV.—Madrid 15 de Noviembre de 1856.

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

LINEAS.	FECHA DE LAS CONCESIONES.	LONGITUD DE LA LINEA. Kilóm.	AUXILIOS	LONGITUD EN CONSTRUCCION. Kil.	EN
			QUE DA EL GOBIERNO Ó LAS PROVINCIAS.		ESPLOTACION. Kilómetros.
Jerez á la bahía de Cádiz. . . . .	16 de Agosto de 1850.	27,5	179 900 rs. por kilómetro en metálico para los 12,5 kilómetros que hay desde el Puerto de Santa Maria á Matagorda. Total: 2 248 750 rs. vn.	»	27,5
Alar á Santander. . . . .	13 de Mayo de 1849.	118,5			60 000 000 rs. vn. en acciones de ferro-carriles como subsidio directo, y la garantía de 6 por 100 de interés y 4 por 100 de amortizacion por otros 60 millones de rs.
Barcelona á Zaragoza. . . . .	21 de Set. de 1852.	Se ignora.	La tercera parte del capital en acciones de ferro-carriles hasta el máximo de 80 000 000 de rs. vn.	54	Moncada á Tarrasa. 22
Barcelona á Mataró. . . . .	25 de Agosto de 1845.	28	»	»	Barcelona á Mataró. 28
Mataró á Arenys de Mar. . . . .	26 de Abril de 1851.	8,5	»	8,5	»
Tarragona á Reus. . . . .	50 de Set. de 1851.	15	»	»	Tarragona á Reus 15
Barcelona á Granollers. . . . .	20 de Julio de 1850.	29	»	»	Barcelona á Granollers. 29
Barcelona á Martorell. . . . .	27 de Dic. de 1850.	28	»	11,5	Barcelona á Molins de Rey. 16,5
Langreo á Gijon y Oviedo. . . . .	2 de Mayo de 1845.	50	5 500 000 rs. en metálico.	»	Langreo á Gijon. 58,5
Barcelona á Tarragona. . . . .	8 de Agosto de 1851.	90,5			»
Martorell á Reus. . . . .	15 de Nov. de 1852.	95	»	»	»

## NOTAS.

Las provincias deben pagar la tercera parte de las subvenciones.—Estas subvenciones son las fijadas por las leyes especiales de 1855.—La subvencion del ferro-carril de Madrid á Almansa la componen por valor de 61 814 996 rs. vn. los intereses de los 170.700.000 rs. vn. que en acciones ha devuelto el antiguo concesionario D. José Salamanca. El resto le fué ya entregado.

Las concesiones de Barcelona á Tarragona y de Martorell á Reus no han sido todavía ratificadas por las Córtes, ni se ha hecho nada en ellas, por estar pendientes de un pleito ante el tribunal contencioso-administrativo (ahora en el Consejo Real).

## Resumen del estado de las concesiones hechas antes de 5 de junio de 1855.

	Kilómetros.
Longitud total concedida, sin contar la parte no estudiada de Manresa á Zaragoza. . . . .	1 257,5
Longitud en construccion. . . . .	402
Idem en explotacion. . . . .	510

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

ESTADO de las concesiones hechas despues de 3 de junio de 1855.

LINEAS.	FECHA DE LA CONCESION.	LONGITUD DE LA LINEA. Kilóm.	AUXILIOS QUE DA EL GOBIERNO Ó LAS PROVINCIAS.	LONGITUD EN CONSTRUCCION. Kil.	EN ESPLOTACION. Kilómetros.
Valladolid á Burgos. . . . .	25 de Febr. de 1856.	121	506 400 rs. en metálico por legua. Total, 44 090 160 rs.	»	»
Sevilla á Jerez. . . . .	22 de Abril de 1856.	102	»	»	»
Madrid á Zaragoza. . . . .	11 de Marzo de 1856.	565	209 999 rs. vn. por kil. Total, 76 649 635.	»	»
Aranjuez á Cuenca é Hinarejos.	11 de Julio de 1856.	Se ignora.	»	»	»
Castillejo á Toledo. . . . .	11 de Julio de 1856.	26	44 802 rs. vn. por kilómetro, que dá el ayuntamiento de Toledo. Total, 1 164 852 reales vellon. . . . .	»	»
Alcázar ó Socuéllamos á Badajoz. . . . .	18 de Junio de 1856.	432,5	240 000 reales vellon por kilómetro. Total, 105 680 000 rs. vn.		
Alcázar ó Villarrobledo á Córdoba y Málaga con ramal á Granada. . . . .	18 de Junio de 1856.	Se ignora.	240 000 rs. vn. por kilómetro. Suponiendo 500 kilómetros, resultaria en total, 120 000 000 rs.		Estas concesiones son provisionales y deben subastarse todavía.
Valencia á Tarragona por Castellon. . . . .	9 de Julio de 1856.	Se ignora.	240 000 rs. por kilómetro. Suponiendo 500 kil., resulta en total, 72 000 000 rs.		Es provisional tambien y debe subastarse.
Barcelona á Sarriá. . . . .	11 de Julio de 1856.	5	»	»	»
Ventas de Alcolea á las minas de Espiel y Velmez. . . . .	18 de Junio de 1856.	64	»	»	»
Puerto-Real á Cádiz. . . . .	20 de Octub. de 1856.	50	179 900 rs. vn. por kilómetro. En total, 5 597 000 rs.	»	»
Madrid á Valladolid y Burgos á Iruñ. . . . .	20 de Octub. de 1856.	560	195 246 840 rs. vn. en metálico.	»	»
San Isidro de Dueñas á Alar del Rey. . . . .	18 de Junio de 1856.	90 (próx.e)			Se esta retornando el proyecto.

NOTA. La tercera parte de las subvenciones la pagan las provincias.

Ademas el Gobierno está autorizado por las leyes de 18 de junio y 9 y 11 de julio de 1856 para otorgar las concesiones siguientes :

LINEAS.	LONGITUDES.	AUXILIOS.
Madrid á Malpartida de Plasencia. . . . .	Se ignora,	De las provincias.
Madrid á Segovia y Valladolid. . . . .	Id.	Idem.
Tudela por Logroño á Bilbao. . . . .	Id.	No está fijada.
Zaragoza por Pamplona á Alsasua. . . . .	Id.	Idem.
Mérida á Sevilla. . . . .	Id.	240 000 rs. por kilómetro.
Mérida á Cáceres y Alconetar. . . . .	Id.	De las provincias, dando ademas el Gobierno lo que habia de gastar en la carretera que se pensaba construir entre estos puntos.

*Resúmen.*

	<u>Kilómetros.</u>
Longitud de las líneas concedidas desde 5 de Junio de 1855, sin contar la de Aranjuez á Cuenca é Hinarejos, y apreciando aproximadamente las de Andalucía y Valencia á Tarragona. .	2 595,5

## RESUMEN GENERAL.

	<u>Kilómetros.</u>
Líneas concedidas hasta el día, . . . . .	3 855
ó próximamente incluyendo la longitud de las no estudiadas aun. . . . .	4 200
Longitud en construcción (no contando lo que haya de las últimas concedidas. . . . .	402
Id. en explotación. . . . .	510

*Total de las sumas que hasta el día se han comprometido á dar á las empresas el Estado y las provincias para la ejecución de ferro-carriles.*

	<u>Rs. vn.</u>	<u>De esto hay pagado ya.</u>	<u>Restan.</u>
	<u>Rs. vn.</u>	<u>Rs. vn.</u>	<u>Rs. vn.</u>
En metálico. . . . .	669 995 718	85 685 333	586 312 385
En acciones. . . . .	478 742 425	30 000 000	448 742 425
Se ha asegurado el 6 por 100 de interés mínimo y 4 por 100 de amortización á un capital de. . . . .	95 252 000	"	"
Al camino de Sevilla á Córdoba 20 anualidades de. . . . .	2 500 000	"	"

Las subvenciones directas en metálico y acciones se han de pagar todas, si las empresas cumplen, en un plazo de siete años. En este estado no se tienen en cuenta las sumas pagadas hasta el día por el Gobierno por garantía de intereses, ni las acciones que se emitieron para la construcción de caminos de hierro por cuenta del Estado, cuyas contratas fueron anuladas.

“Carta indicando el estado de los caminos de hierro de España en 1° de enero de 1867, 1868 y 1869”

*Revista de Obras Públicas* vol. 16, n° 5, marzo de 1867, p. 61,

vol. 16, n° 24, diciembre de 1868, p. 293

vol. 17, n° 24, diciembre de 1869, p. 293





**CARTA** indicando el estado de los caminos de hierro de España en 1.º de Enero de 1867 con las capitales de provincia, cabezas de partido judicial, plazas de guerra y aduanas de la Península y con las estaciones de las líneas en explotación.

Publicada por la Dirección general de Obras públicas.

**SIGNOS CONVENCIONALES**

- CAPITAL de Reino
- CAPITAL de Provincia
- Cabeza de Partido judicial
- Puertos de 2000 a 3000 alturas
- △ Aduanas

Plazas de guerra

Ferros-carriles

en explotación

en construcción

Límites

de Reino

de Provincia

**AÑO DE 1867**

Escala de 1 por 2000000

Legua de 20000 pies.

ESTRECHO DE GIBRALTAR

TÁNGER

**ESTADO DE LOS FERRO-CARRILES ESPAÑOLES**  
y su distribución entre las diferentes compañías y sociedades en 1.º de Enero de 1867, según el orden de importancia de estas.

Designación de las compañías	Puntos que comprende cada una	Longitud construida a cada una		Longitud en explotación	
		Ferros-carriles	Total	Ferros-carriles	Total
Ferros-carriles de Madrid a Almansa y de Madrid a Zamora y Almazora y Alcañices.	Madrid a Almansa Almansa a Alcañices Madrid a Zamora Almazora a Ciudad Real Almazora a Cartagena Manzanera a Córdoba Castilla a Toledo	237, 474 16, 200 340, 673 114, 209 240, 369 243, 599 26, 293	1425, 466	174, 362	1425, 414
Ferros-carriles de Palencia a la Coruña y de León a Gijón.	Palencia a Palencia Palencia a la Coruña León a Gijón	238, 129 312, 357 104, 500	746, 085	174, 362	746, 362
Ferros-carriles del Norte de España.	Madrid a Valladolid Valladolid a Burgos Burgos a Iruya Iruya a San Sebastián San Sebastián a Bayona Bayona a Burdeos	129, 241 269, 652 206, 519 365, 205 210, 077 21, 719	737, 133	737, 133	737, 133
Ferros-carriles de Aragón y Cataluña y Pamplona.	Madrid a Sarriena Sarriena a Huesca Huesca a Jaca Jaca a Pamplona Pamplona a Tudela Tudela a Logroño	341, 316 61, 441 76, 147 109, 509 39, 745 271, 040	666, 516	341, 316	666, 516
Ferros-carriles de Valencia y Castellón.	Castellón de la Plana a Castellón Castellón de la Plana a Sagunto Sagunto a Sagunto Castellón de la Plana a Sagunto	61, 441 76, 147 109, 509 39, 745	408, 141	341, 316	408, 141
Ferros-carriles de Sevilla a Jerez y Sevilla a Cádiz.	Sevilla a Jerez Sevilla a Cádiz	27, 220 27, 220	164, 742	164, 742	164, 742
Ferros-carriles de Córdoba a Málaga.	Córdoba a Málaga	102, 370	326, 870	102, 370	326, 870
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	134, 500	248, 047	134, 500	248, 047
Ferros-carriles de Madrid a Plasencia.	Madrid a Plasencia	22, 425	28, 475	22, 425	28, 475
Ferros-carriles de Madrid a Zamora.	Madrid a Zamora	29, 769	39, 769	29, 769	39, 769
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	28, 282	38, 282	28, 282	38, 282
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	9, 764	242, 592	9, 764	242, 592
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	37, 322	37, 322	37, 322	37, 322
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	28, 730	28, 730	28, 730	28, 730
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	41, 231	41, 231	41, 231	41, 231
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	27, 637	27, 637	27, 637	27, 637
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	126, 421	216, 288	126, 421	216, 288
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	158, 000	158, 000	158, 000	158, 000
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	137, 360	137, 360	137, 360	137, 360
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	130, 018	130, 018	130, 018	130, 018
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	101, 777	101, 777	101, 777	101, 777
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	15, 753	15, 753	15, 753	15, 753
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	27, 589	102, 321	27, 589	102, 321
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	59, 630	11, 450	59, 630	11, 450
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	35, 035	35, 035	35, 035	35, 035
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	63, 714	92, 744	63, 714	92, 744
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	81, 063	81, 063	81, 063	81, 063
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	70, 410	70, 410	70, 410	70, 410
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	32, 199	32, 199	32, 199	32, 199
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	42, 022	42, 022	42, 022	42, 022
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	42, 472	42, 472	42, 472	42, 472
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	18, 542	18, 542	18, 542	18, 542
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	26, 760	26, 760	26, 760	26, 760
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	23, 240	23, 240	23, 240	23, 240
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	13, 309	13, 309	13, 309	13, 309
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	8, 539	8, 539	8, 539	8, 539
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	6, 637	6, 637	6, 637	6, 637
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	35, 072	35, 072	35, 072	35, 072
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	30, 580	30, 580	30, 580	30, 580
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	13, 234	13, 234	13, 234	13, 234
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	16, 904	16, 904	16, 904	16, 904
Ferros-carriles de Madrid a Salamanca.	Madrid a Salamanca	2921, 358	2921, 358	2921, 358	2921, 358
<b>TRAMWAYS</b>					
Carreteras de Caracena a Gaudin.	Caracena a Gaudin	35, 072	35, 072	35, 072	35, 072
Ca. de Gaudin a Corina.	Gaudin a Corina	30, 580	30, 580	30, 580	30, 580
Ca. de Corina a Caldas de Montebay.	Corina a Caldas de Montebay	13, 234	13, 234	13, 234	13, 234
Ca. de la Plaza del Progreso en Madrid a la Plaza de San Sebastián.	Plaza del Progreso en Madrid a la Plaza de San Sebastián	16, 904	16, 904	16, 904	16, 904
Ca. de San Sebastián a San Sebastián.	San Sebastián a San Sebastián	2921, 358	2921, 358	2921, 358	2921, 358

(1) Los ferros-carriles que no se administran por una compañía o sociedad se designan con el nombre de la línea.

NOTA: Esta carta es reproducción de la construida en el depósito central de planos de la Dirección General de Obras Públicas.





**CARTA** indicando el estado de los caminos de hierro de España en 1.º de Enero de 1868, con las capitales de provincia, cabeceras de partido judicial, plazas de guerra y aduanas de la Península y con las estaciones de las líneas en explotación. Publicada por la Dirección general de Obras públicas.

**LEYENDA**

● CAPITAL de Reino  
 ● CAPITAL de Provincia  
 ○ Cabezas de partido judicial  
 ○ Plazas de guerra  
 ○ Aduanas

**SEÑALES CONVENCIONALES.**

— Ferrocarriles en explotación  
 - - - - - Ferrocarriles en construcción

**AÑO 1868.**  
 Escala de 1 por 200,000  
 Leguas = 200,000

**ESTADO DE LOS FERRO-CARRILES ESPAÑOLES**  
 y su distribución entre las diferentes compañías y sociedades en 1.º de Enero de 1868, según el orden de importancia de éstas.

Designación de las compañías.	Líneas que comprende cada una.		Longitud en explotación.	
	Kilómetros	Estaciones	Kilómetros	Total
<b>Ferrocarril de Madrid a Alarcón</b>	357,378	36		
<b>Ferrocarril de Madrid a Saragosa</b>	346,673			
<b>Ferrocarril de Madrid a Zamora</b>	174,206	142,414	142,414	
<b>Ferrocarril de Madrid a Salamanca</b>	246,369			
<b>Ferrocarril de Madrid a Orense</b>	243,590			
<b>Ferrocarril de Madrid a Pontevedra</b>	242,203			
<b>Ferrocarril de Madrid a Vigo</b>	238,140	174,362	174,362	
<b>Ferrocarril de Madrid a Lugo</b>	312,357	745,065		
<b>Ferrocarril de Madrid a Coruña</b>	194,590			
<b>Ferrocarril de Madrid a Oviedo</b>	14,354			
<b>Ferrocarril de Madrid a Gijón</b>	120,941			
<b>Ferrocarril de Madrid a Santander</b>	267,940	752,377	752,377	
<b>Ferrocarril de Madrid a León</b>	2,000			
<b>Ferrocarril de Madrid a Asturias</b>	80,651			
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	13,500			
<b>Ferrocarril de Madrid a Cantabria</b>	362,789			
<b>Ferrocarril de Madrid a Burgos</b>	210,977	661,516	661,516	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	21,718			
<b>Ferrocarril de Madrid a Cantabria</b>	141,516	404,589	404,589	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	62,447			
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	56,085	56,085	56,085	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	59,745	396,223	396,223	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	272,013	272,013	272,013	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	105,580	164,742	164,742	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	27,276			
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	27,942	102,370	102,370	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	102,370	326,470	326,470	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	134,500	69,335	69,335	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	249,017	249,017	249,017	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	242,508			
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	29,475	29,475	29,475	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	39,708	39,708	39,708	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	26,243	26,243	26,243	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	3,765	242,592	242,592	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	37,325	37,325	37,325	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	28,736	28,736	28,736	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	41,231	41,231	41,231	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	27,073	27,073	27,073	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	89,847	89,847	89,847	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	126,421	216,248	216,248	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	152,000	152,000	152,000	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	117,503	117,503	117,503	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	130,463	130,463	130,463	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	75,176	101,777	101,777	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	15,753	15,753	15,753	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	27,588	102,571	102,571	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	57,630	57,630	57,630	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	35,025	35,025	35,025	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	63,774	63,774	63,774	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	81,063	81,063	81,063	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	72,410	72,410	72,410	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	74,180	74,180	74,180	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	42,025	42,025	42,025	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	42,473	42,473	42,473	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	36,542	36,542	36,542	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	26,800	26,800	26,800	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	21,240	21,240	21,240	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	8,559	7,298	7,298	
<b>Ferrocarril de Madrid a Vizcaya</b>	4,657	4,657	4,657	
<b>TRAMWAYS.</b>				
<b>Tramway de Barcelona a Gaudí</b>	36,072	36,072	36,072	
<b>Tramway de Gaudí a Domènec</b>	36,549	36,549	36,549	
<b>Tramway de Gaudí a Calvo de Montalvo</b>	11,216	11,216	11,216	
<b>Tramway de Gaudí a Plaça del Progrés en Madrid</b>	10,000	10,000	10,000	
<b>Tramway de Gaudí a Plaça del Progrés en Madrid</b>	7,000,521	7,000,521	7,000,521	

(1) Los ferrocarriles que no se administran por una compañía o sociedad se designan con el nombre de las líneas.





**CARTA** indicando el estado de los caminos de hierro de España en 1.º de Enero de 1869, con las capitales de provincia, cabeceras de partido judicial, plazas de guerra y aduanas de la Península y con las estaciones de las líneas en explotación.  
 Escala: 1:1,000,000  
 D.º JOSÉ DE ECHegaray.

**SIÑOS CONVENCIONALES**

- CAPITAL de Reino
- CAPITAL de Provincia
- Cabecera de Partido judicial
- Estación de 2000 u. 3000 u. de ancho
- Estación de 1500 u. de ancho
- Aduana
- Plaza de guerra
- Estación de ferrocarril en explotación
- Estación de ferrocarril en construcción
- Límite de Provincia

**AÑO DE 1869**  
 Escala de 1 por 2,000,000  
 Legenda: 2000 pines.

**NOTA:** Esta carta es la reproducción de la construida en el depósito central de planos de la Dirección General de Obras Públicas.

**ESTADO DE LOS FERRO-CARRILES ESPAÑOLES**  
 y su distribución entre las diferentes compañías y sociedades en 1.º de Enero de 1869, según el orden de importancia de estas.

Designación de las compañías	Líneas que comprende cada una	Extensión en kilómetros		Extensión en metros	
		En explotación	En construcción	En explotación	En construcción
Compañía de Madrid a Aranjuez	Madrid a Aranjuez	357,374			
Compañía de Madrid a Zamora y Salamanca	Madrid a Zamora y Salamanca	326,673			
Compañía de Madrid a Burgos y Cantabria	Madrid a Burgos y Cantabria	246,209			
Compañía de Madrid a Oviedo y Asturias	Madrid a Oviedo y Asturias	242,599			
Compañía de Madrid a Valencia y Alicante	Madrid a Valencia y Alicante	236,249			
Compañía de Madrid a Sevilla y Cádiz	Madrid a Sevilla y Cádiz	217,119			
Compañía de Madrid a Barcelona y Gerona	Madrid a Barcelona y Gerona	212,577			
Compañía de Madrid a Córdoba y Jaén	Madrid a Córdoba y Jaén	208,841			
Compañía de Madrid a Mérida y Badajoz	Madrid a Mérida y Badajoz	192,376			
Compañía de Madrid a Salamanca y Zamora	Madrid a Salamanca y Zamora	188,125			
Compañía de Madrid a Valladolid y Burgos	Madrid a Valladolid y Burgos	182,376			
Compañía de Madrid a Zamora y Salamanca	Madrid a Zamora y Salamanca	178,125			
Compañía de Madrid a Oviedo y Asturias	Madrid a Oviedo y Asturias	174,200			
Compañía de Madrid a Sevilla y Cádiz	Madrid a Sevilla y Cádiz	170,125			
Compañía de Madrid a Barcelona y Gerona	Madrid a Barcelona y Gerona	166,125			
Compañía de Madrid a Córdoba y Jaén	Madrid a Córdoba y Jaén	162,125			
Compañía de Madrid a Mérida y Badajoz	Madrid a Mérida y Badajoz	158,125			
Compañía de Madrid a Salamanca y Zamora	Madrid a Salamanca y Zamora	154,125			
Compañía de Madrid a Valladolid y Burgos	Madrid a Valladolid y Burgos	150,125			
Compañía de Madrid a Zamora y Salamanca	Madrid a Zamora y Salamanca	146,125			
Compañía de Madrid a Oviedo y Asturias	Madrid a Oviedo y Asturias	142,125			
Compañía de Madrid a Sevilla y Cádiz	Madrid a Sevilla y Cádiz	138,125			
Compañía de Madrid a Barcelona y Gerona	Madrid a Barcelona y Gerona	134,125			
Compañía de Madrid a Córdoba y Jaén	Madrid a Córdoba y Jaén	130,125			
Compañía de Madrid a Mérida y Badajoz	Madrid a Mérida y Badajoz	126,125			
Compañía de Madrid a Salamanca y Zamora	Madrid a Salamanca y Zamora	122,125			
Compañía de Madrid a Valladolid y Burgos	Madrid a Valladolid y Burgos	118,125			
Compañía de Madrid a Zamora y Salamanca	Madrid a Zamora y Salamanca	114,125			
Compañía de Madrid a Oviedo y Asturias	Madrid a Oviedo y Asturias	110,125			
Compañía de Madrid a Sevilla y Cádiz	Madrid a Sevilla y Cádiz	106,125			
Compañía de Madrid a Barcelona y Gerona	Madrid a Barcelona y Gerona	102,125			
Compañía de Madrid a Córdoba y Jaén	Madrid a Córdoba y Jaén	98,125			
Compañía de Madrid a Mérida y Badajoz	Madrid a Mérida y Badajoz	94,125			
Compañía de Madrid a Salamanca y Zamora	Madrid a Salamanca y Zamora	90,125			
Compañía de Madrid a Valladolid y Burgos	Madrid a Valladolid y Burgos	86,125			
Compañía de Madrid a Zamora y Salamanca	Madrid a Zamora y Salamanca	82,125			
Compañía de Madrid a Oviedo y Asturias	Madrid a Oviedo y Asturias	78,125			
Compañía de Madrid a Sevilla y Cádiz	Madrid a Sevilla y Cádiz	74,125			
Compañía de Madrid a Barcelona y Gerona	Madrid a Barcelona y Gerona	70,125			
Compañía de Madrid a Córdoba y Jaén	Madrid a Córdoba y Jaén	66,125			
Compañía de Madrid a Mérida y Badajoz	Madrid a Mérida y Badajoz	62,125			
Compañía de Madrid a Salamanca y Zamora	Madrid a Salamanca y Zamora	58,125			
Compañía de Madrid a Valladolid y Burgos	Madrid a Valladolid y Burgos	54,125			
Compañía de Madrid a Zamora y Salamanca	Madrid a Zamora y Salamanca	50,125			
Compañía de Madrid a Oviedo y Asturias	Madrid a Oviedo y Asturias	46,125			
Compañía de Madrid a Sevilla y Cádiz	Madrid a Sevilla y Cádiz	42,125			
Compañía de Madrid a Barcelona y Gerona	Madrid a Barcelona y Gerona	38,125			
Compañía de Madrid a Córdoba y Jaén	Madrid a Córdoba y Jaén	34,125			
Compañía de Madrid a Mérida y Badajoz	Madrid a Mérida y Badajoz	30,125			
Compañía de Madrid a Salamanca y Zamora	Madrid a Salamanca y Zamora	26,125			
Compañía de Madrid a Valladolid y Burgos	Madrid a Valladolid y Burgos	22,125			
Compañía de Madrid a Zamora y Salamanca	Madrid a Zamora y Salamanca	18,125			
Compañía de Madrid a Oviedo y Asturias	Madrid a Oviedo y Asturias	14,125			
Compañía de Madrid a Sevilla y Cádiz	Madrid a Sevilla y Cádiz	10,125			
Compañía de Madrid a Barcelona y Gerona	Madrid a Barcelona y Gerona	6,125			
Compañía de Madrid a Córdoba y Jaén	Madrid a Córdoba y Jaén	2,125			



“Los ferrocarriles españoles”

M [Agustín Monterde]

*Revista de Obras Públicas*

vol. 22, n° 3, febrero de 1874, pp. 29-33

vol. 22, n° 14, julio de 1874, pp. 161-164



## LOS FERRO-CARRILES ESPAÑOLES.

## I.

Es tan notoria la importancia de los caminos de hierro, que basta indicarla para que sea por todos reconocida; y no hay por esto necesidad de disertar encareciendo la conveniencia de establecer estas vías de comunicación perfeccionadas, que son un auxiliar muy poderoso de la industria, un instrumento de gobierno y una de las creaciones más útiles de la civilización moderna. Y á causa de esta misma importancia, la tienen, por consiguiente, todas las cuestiones que á los ferro-carriles se refieren, y por esto la REVISTA dedicará su atención á estas obras importantes, dando á conocer el estado de la opinión científica sobre su estudio y construcción.

No es posible, en efecto, permanecer indiferente al problema del ancho de la vía, ni á los adelantos que en el trazado, en la construcción y en la explotación de los ferro-carriles se realizan, merced principalmente á los perfeccionamientos que en las locomotoras se han ido introduciendo, y á las lecciones que la experiencia ha proporcionado en la práctica de la explotación. Cuando, por ejemplo, Ingenieros de primer orden, que con justo título pasan en el mundo como autoridades científicas en este ramo, declaran que en la actualidad, con el material de que se puede disponer, son pendientes de explotación normal las de 20 y 30 milésimas de inclinación; cuando al mismo tiempo puede observarse en muchas líneas de Europa que tales pendientes no son un obstáculo para un servicio regular; y cuando, por último, se sabe que hay caminos en los cuales se han admitido rasantes aún de mayores inclinaciones, no cabe negar ó rechazar estos hechos; ántes al contrario, conviene estudiarlos con interés, y sin propósito apasionado en favor de determinadas soluciones; puesto que es una verdad innegable que éstas, en los problemas de las obras públicas, no siempre han de ser las mismas, porque son aquéllos muy complejos, y en unos casos hay que conciliar sus términos, comunmente opuestos, y en otros es pre-

ciso ajustarse á alguna de las condiciones que se ha de reconocer como predominante.

La REVISTA, penetrada de la importancia y de las dificultades que presenta este asunto, y de la conveniencia de estudiarlo en todos los terrenos, se propone contribuir á este estudio en la medida de sus fuerzas, ocupándose, como ha principiado á verificarlo, de los trazados, de la construcción y de la explotación de los caminos de hierro, insertando los artículos de todas clases que ya por la exposición de doctrina, ya por la descripción de líneas ejecutadas, ya por el análisis de proyectos, ya por datos y noticias estadísticas, puedan ilustrar un asunto de tanta trascendencia.

En la cuestión de las fuertes pendientes hay en nuestro país ejemplos en los cuales se han aplicado con acierto, aún ántes de que el estudio de este problema hubiese llegado á la altura que hoy alcanza; las pendientes que hace algunos años se tenían por excepcionales, y que hoy es común considerarlas como ordinarias para países de montaña, en que á las dificultades del terreno se agrega la necesidad de ajustarse á la condición de una estricta economía, compatible con una buena explotación, se han adoptado hace tiempo entre nosotros, y de ellas se ocupará también nuestra REVISTA.

Y en este lugar no puede prescindirse de consignar que la administración española no ha sido nunca exigente en demasía respecto á los límites de los radios mínimos de las curvas y de las inclinaciones máximas de las rasantes; teniendo en cuenta las circunstancias de nuestro territorio y lo que la ciencia permitía, ya en el pliego de condiciones generales para las concesiones de ferro-carriles, publicado en 1864, no se fijaron límites exagerados é inalterables, como en aquella época regían en varias naciones de Europa; y posteriormente en los casos prácticos nunca se ha manifestado refractaria á las ideas que respecto de los trazados de los caminos de hierro se han introducido, ni ha desatendido lo que reclaman las circunstancias del país en varias de las regiones que atraviesan nuestras líneas férreas. Sea esto dicho en honor de la administración española y de los Ingenieros que la han aconsejado.

## II.

Pero para dilucidar las cuestiones de los trazados de los ferro-carriles con aplicacion á nuestro país, es necesario principiar dando una idea de la disposicion geográfica y de los notables accidentes que presenta la Península, y exponer las condiciones generales con que se han establecido las líneas de nuestra red. Abrazando el territorio en su conjunto, es una reunion de varias llanadas ó planicies, escalonadas con fuertes pendientes de una á otra, y desde las más inferiores á los mares que rodean nuestras fronteras marítimas; atraviesan estas planicies, y más comunmente las limitan, diversas cordilleras, que en general se dirigen de Este á Oeste.

Es la más importante la Septentrional, ó sean los Pirineos, que corre en la expresada direccion desde el Cabo de Creus, en la provincia de Gerona, hasta el confin occidental de la de Oviedo, donde la cordillera se deprime, se divide y ramifica para formar las sierras y montes de la cuenca galáica. La parte central del Pirineo que separa España de Francia, y que por todos es designada con este nombre, tiene picos que se elevan más de 3.000 metros sobre el nivel del mar, y su puerto más bajo, el de Canfranc, tiene 1730 metros de altitud. La gran elevacion de esta cordillera al recorrer las Provincias Vascongadas y Santander, donde toma el nombre de Cordillera Cantábrica, disminuye, de modo que los pasos por donde atraviesan las divisorias, los ferro-carriles del Norte, de Tudela á Bilbao, de Venta de Baños á Santander, y la carretera de Búrgos á Peñacastillo, tienen respectivamente 616, 684, 980, 988 metros de altura sobre el mar; elevándose como picos principales en esta zona los de Amboto y de Garbea, de 1.360 y 1.537 metros de altitud. En el extremo occidental de la provincia de Santander la Cordillera Cantábrica se va levantando, y sus puntos culminantes tienen en general unos 2.000 metros de altura; en esta zona el puerto de Valdeprado, por donde pasa la carretera de Palencia á Tinamayor, mide 1.350 metros de altura, y en su proximidad se destaca la estribacion de los picos de Europa, que se eleva más que la cordillera principal, y sus puntos culminantes

miden más de 2.000 metros de elevacion, llegando á 2.678 el de Torre Cerredo. Ya en Asturias las puntas de la cordillera se mantienen á más de 2.000 metros, y los puertos principales tienen cotas desde 1.280 metros el del Ponton, á 1.530 el de San Isidro, en el origen del Aller.

En el centro de España, desprendida de las montañas de Santander, despues de dividir las aguas que caen al Ebro de las que alimentan al Arlanzón y al Duero, se levanta la cordillera que principia en el Moncayo, sigue por Sierra Ministra, Somosierra, Guadarrama y las sierras de Gredos y de Gata; cruza del Nordeste al Sudoeste, desde la provincia de Soria hasta Portugal, y tienen sus cumbres elevadas en el Moncayo 2.346 metros sobre el mar; en el punto en que se dividen las aguas á las cuencas del Duero, del Tajo y del Ebro, 1.180; en Punta Cebo-llera, 2.126; en Peñalara, 2.400; en Plaza de Almanzor, 2.650, y 1.734 en Peña de Francia.

Tan central como esta última cordillera, pero más inclinada al Sudeste, se encuentran las sierras de Albarracín y de Cuenca con la Peña Palomera, de 1.500 metros de altitud, y el cerro de San Felipe, en cuyas vertientes nacen el Tajo, el Guadalaviar, el Cabriel y el Júcar, de 1.800.

Casi á la misma altura, y más al Sudoeste, se presentan los montes de Toledo, en los que descuellan los picos de las Villuercas, de 1.559 metros sobre el nivel del mar.

Al Mediodía de la Península se extiende Sierra-Morena, que por el Nordeste se enlaza con las de Alcaraz y de Segura, y por el Oeste se prolonga hasta la de Aracena, en cuya divisoria se destacan las eminencias de Calar del Mundo, de 1.657 metros de altitud; Pico de Almenara, de 1.800; Altos del Visillo, de 740, y Pico de Aracena, de 1.673.

Por último, el gran levantamiento de Sierra-Nevada con sus picos de Veleta y de Muley Hacén, de 3.470 y 3.554 metros sobre el nivel del mar, del cual tan poco distan, extiende sus ramificaciones en las provincias de Almería, Granada, Málaga y aún Cádiz, y forma la barrera que separa la costa meridional del Mediterráneo del resto de las provincias de Andalucía.

## III.

Estas cordilleras y otras sierras y montañas que de ellas se derivan, ó con ellas se relacionan, forman cinco grandes cuencas que se distinguen por las zonas en que sus rios desembocan en los mares que circundan la Península.

Es la primera la de la vertiente septentrional, que abraza las provincias de Guipúzcoa, Vizcaya, Santander y Oviedo; la Cordillera Cantábrica es el límite interior de esta zona y de su divisoria, que tan poco separada se halla del mar; nacen y corren por sus vertientes los rios Bidasoa, Urumea, Nervion, Pas, Besaya, Deva, Sella, Nalon, Navia, Eo y otros menores, que constituyen el sistema hidrográfico de aquella costa.

Forma la segunda region la vertiente Oriental ó Ibérica, que comprende todos los cursos de agua entre el Cabo de Creus, en la proximidad de la frontera francesa, y la provincia de Almería. Limitan esta gran region los Pirineos por el Norte, y por el Sur las sierras del Moncayo, de Cuenca y de Albarracín con sus derivadas. El rio principal de los que surcan esta zona es el Ebro, y á éste se han de agregar el Ter, que nace á Oriente de Puigmal en la cumbre de los Pirineos orientales, y que desagua en el Mediterráneo, frente de las islas Medas; el Llobregat, que tiene su origen á Occidente de dicho pico, y que entra en el mar al Oeste de Barcelona; el Guadalaviar, que principia al Este del Cerro de San Felipe, en el conflujo de las provincias de Teruel y de Cuenca, y acaba á Poniente del puerto de Valencia; el Júcar, que desciende de la sierra de Cuenca, lo mismo que el Cabriel, y que juntos entran en el mar por Cullera; y el Segura, que despues de haber recibido el Mundo desagua en el mar pasando por Orihuela.

De todos los valles que forman las corrientes de este grupo ya se ha dicho que es el Ebro, que da nombre á la vertiente, el más importante, y por esto corresponde dar una idea de este rio y de sus principales afluentes. Nace en las montañas de Santander, en las alturas que dominan á Reinosa; atraviesa despues las provincias de Búr-

gos, Logroño, Pamplona, Zaragoza y Tarragona; recibe las aguas que corren por las tres primeras, por la de Huesca y por una parte de las de Santander, Búrgos, Álava, Soria, Teruel, Lérida y Tarragona; desemboca en el Mediterráneo despues de recorrer un trayecto de 900 kilómetros, durante el cual entran en él más de 130 afluentes, entre los cuales figuran en primer lugar, descendiendo por las vertientes y valles del Pirineo, el Zadorra, el rio Aragon, que recibe ántes el Arga y otros afluentes; el Gállego, el Segre, al cual se han unido el Alcanadre, el Cinca, el Noguera Rivagorzana y el Noguera Pallaresa; los afluentes del Sur son ménos caudalosos, y entre ellos son los más notables el rio Oca, el Najerilla, el Iregua, el Jalon, el Huerva y el Guadalope.

El tercer grupo es el que forma el sistema hidrográfico de la vertiente Meridional Mediterránea, que comprende la provincia de Almería, una pequeña parte de la de Granada, la de Málaga y una porcion de la de Cádiz. Limita esta region por el interior Sierra Nevada y sus derivaciones hasta la de Ronda. Descienden con gran rapidez de estas cordilleras al mar los rios Almanzora, Almería, Guadalfeo y Guadiaro, todos de corto trayecto y escaso caudal.

A esta region sigue la vertiente Meridional Oceánica, que comprende las cuencas del Guadalquivir, del Odiel, del Tinto y del Guadiana. Uno de los valles más extensos es el del primero de los expresados rios. Nace éste en la provincia de Jaen en la Sierra de Cazorla, destacada de la cordillera que desde las de Segura y de Alcaraz termina en Aracena, dividiendo los valles del Guadalquivir y del Guadiana. Recibe las aguas de las provincias de Jaen, de Córdoba, de Sevilla, y de una gran parte de la de Granada. Son sus afluentes, por el Norte, el Guadalimar, al cual se unen el Guadalmena y el Guadalén, el Beinbezar y otros; y por el Sur, el Guadiana menor, el Guadajoz, el Genil, el Guadaira y otros hasta el número en todo de 87 por ambas orillas; la longitud del trayecto que recorre es de 580 kilómetros, y entra en el mar por Sanlúcar de Barrameda.

Los rios Odiel y Tinto nacen en la provincia de Huelva, y desembocan juntos en el mar den-

tro de la misma provincia; y más que por los accidentes topográficos que presentan, son notables por la riqueza mineral que encierran sus valles.

El río Guadiana, que figura en esta vertiente, nace, según la opinión más admitida, en las lagunas de Ruidera, atraviesa las provincias de Ciudad-Real y de Badajoz, cuyas aguas recibe, así como algunas de las de Cuenca, de Córdoba y de Cáceres; su longitud desde su origen al mar, en su desembocadura en Ayamonte, después de haberse internado en Portugal, es de 850 kilómetros, recibiendo unos 100 afluentes, entre los cuales son los más notables el Gigüela y el Gevora por un lado, y el Zujar y el Matachel por otro.

La última vertiente es la occidental Lusitánica, que comprende los valles del Tajo, del Duero y del Miño.

Entre las cordilleras ya citadas de Sierra Ministra, Guadarrama, Gredos y Gata por el Norte, los montes de Cuenca, donde nace el Tajo, y los de Toledo, corre este río, en una longitud de 770 kilómetros, hasta Lisboa. En este trayecto recibe, por el Norte, el Jarama, al cual se unen el Tajuña y el Manzanares, el río Guadarrama, el Alberche, el Tiétar y el Alagon, y por el Sur el Guadiela y el Almonte, en todo por ambas riberas hasta 130 afluentes.

La cordillera Pirenaica, desde la provincia de Santander hasta la de Oviedo, ambas inclusive, es el límite septentrional de la gran cuenca del Duero, la cual, por el Sur, cierra la del Moncayo, Somosierra, Guadarrama, Gredos y Gata. De los afluentes del Duero descienden de la cordillera Cantábrica el Pisuerga, al cual se reúnen el Arlanzón y el Carrion, el Valderaduey y el Esla, cuyos afluentes principales son el Cea, el Orbigo y el Tera; por el Sur el Duero recibe los ríos Cega, Eresma, Trabancos, Tormes y otros, contándose por ambas orillas hasta el número de 127, en su tránsito por las provincias de Soria, Valladolid y Zamora: recoge las aguas de una gran parte de las provincias de Soria, de Burgos y de Avila, y todas las de Palencia, Valladolid, Leon, Segovia, Salamanca y Zamora.

Por último, entre las diversas ramificaciones en que se divide la cordillera Cantábrica al llegar á Galicia, se forma el valle del Miño, que es la corriente más principal de aquel territorio, cuyo río nace en la sierra de Meira, de la provincia de Lugo, y se reúne al entrar en la de Orense con el río Sil, que procede de las vertientes meridionales de la cordillera Cantábrica en la provincia de Leon, cuyo río, al unirse al Miño, ha recorrido un trayecto mucho mayor que éste.

Sentado lo que se lleva expuesto, procede examinar las condiciones con que se ha establecido la red de los ferro-carriles españoles.

#### IV.

La red de los ferro-carriles de España tiene por base principal la union de Madrid con los puertos del Océano y del Mediterráneo más importantes, ya por la cuantía de su comercio, ya por ser arsenales de la marina de guerra; el enlace de la red con la de Francia y Portugal, el poner en comunicacion la capital de la nacion con las de las provincias, y la union de los ferro-carriles principales que determinan las condiciones anteriores. Las líneas que así resultan forman un sistema radial, cuyo centro es Madrid, completado por algunas transversales.

En la actualidad constituyen la red española los caminos de hierro que se hallan en explotacion y en curso de construccion que expresa el cuadro siguiente; redactado, prescindiendo de las compañías que las tienen á su cargo, y atendiendo sólo á su distribucion en el territorio de la Península, y expresadas las distancias en números redondos.

	En explotación. Kilóms.	En construcción. Kilóms.	TOTALES. Kilóms.
Madrid á Irun. . . . .	640	»	640
Medina del Campo á Salamanca. . .	»	78	78
Medina del Campo á Zamora. . .	90	»	90
Venta de Baños á Santander. . .	229	»	229
Quintanilla de las Torres á Orbó..	13	»	13
Palencia á la Coruña. . . . .	202	355	557
Leon á Gijón. . . . .	53	142	195

## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

	En explotación. Kiloms.	En construcción. Kiloms.	TOTALES. Kiloms.
Monforte a Vigo. . . . .	»	177	177
Santiago á Carril. . . . .	»	41	41
Langreo á Gijon. . . . .	39	»	39
Madrid á Francia por Zaragoza y Barcelona. . . . .	809	68	877
Zaragoza á Alsásua. . . . .	218	»	218
Tudela á Bilbao. . . . .	249	»	249
Triano á la ria de Bilbao. . . . .	7	2	9
Zaragoza á Gargallo. . . . .	»	144	144
Tardienta á Huesca. . . . .	21	»	21
Selgua á Barbastro. . . . .	»	19	19
Lérida á Tarragona. . . . .	62	41	103
Barcelona á Sarriá. . . . .	5	»	5
Barcelona al Empalme. . . . .	75	»	75
Granollers á San Juan de las Aba- desas. . . . .	»	90	90
Madrid á Cádiz. . . . .	729	»	729
Aranjuez á Cuenca. . . . .	»	158	158
Castillejo á Toledo. . . . .	26	»	26
Alcázar de San Juan á Alicante. . . . .	307	»	307
Chinchilla á Cartagena. . . . .	227	»	227
Venta de la Encina á Valencia. . . . .	113	»	113
Manzanares á Badajoz. . . . .	351	»	351
Córdoba á Málaga. . . . .	192	»	192
Bobadilla á Granada. . . . .	102	19	121
Utrera á Moron. . . . .	35	»	35
Utrera á Osuna. . . . .	27	35	62
Jerez al Trocadero. . . . .	27	»	27
Sevilla á Huelva. . . . .	»	110	110
Odiel á Társis. . . . .	47	»	47
San Juan del Puerto á Buitron. . . . .	36	12	48
Madrid á Malpartida. . . . .	»	243	243
Valencia á Barcelona. . . . .	373	»	373
Córdoba á Almorchon. . . . .	92	44	136
Mérida á Sevilla. . . . .	»	189	189
TOTALES. . . . .	5.397	1.918	7.315

Para estudiar las condiciones generales en que se han establecido los ferrocarriles españoles que constituyen en realidad la red ac-

tual, basta tomar en consideracion las líneas siguientes :

Madrid á Irun.—Que principiando en el valle del Tajo salva la cordillera del Guadarrama, pasa al del Duero, para atravesar despues la divisoria entre este rio y el Ebro, y abandonar más adelante esta última cuenca para atravesar la cordillera Pirenaica y terminar en la vertiente cantábrica. . . . .	640
Venta de Baños á Santander.—Que desde el valle del Duero atraviesa la cordillera cantábrica. . . . .	229
Palencia á la Coruña.—Que principia en la cuenca del Duero, salva la divisoria entre este rio y el Sil, y despues la que separa este rio del Miño. . . . .	557
Leon á Gijon.—que principiando tambien en la cuenca del Duero, pasa la divisoria Cantábrica. . . . .	195
Madrid á Barcelona.—Que principia en la cuenca del Tajo, atraviesa la divisoria entre este rio y el Ebro; y despues la que separa este del Llobregat. . . . .	877
Miranda á Bilbao.—Que tiene su origen en el valle del Ebro y salva la divisoria cantábrica. . . . .	104
Madrid á Cádiz.—Que principia en la cuenca del Tajo y pasa la divisoria entre este rio y el Guadalquivir. . . . .	729
Alcazar á Alicante.—Que desde la cuenca del Guadiana pasa la divisoria que lo separa de las vertientes al Mediterráneo. . . . .	306
Chinchilla á Cartagena.—Que recorre la vertiente del Segura. . . . .	227
Venta de la Encina á Valencia.—Que desde lo alto del puerto de Almansa baja al mar. . . . .	113
Manzanares á Badajoz.—Que recorre la cuenca del Guadiana. . . . .	351
Córdoba á Málaga.—Que atraviesa la divisoria entre el Guadalquivir y las vertientes al Mediterráneo. . . . .	192

En el número próximo presentaremos las condiciones de los trazados de estos caminos de hierro.

M.

## LOS FERRO-CARRILES ESPAÑOLES.

LÁMINA NÚM. XI.

(Continuacion.)

Véase el núm. 3, de 1.º de Febrero de este año.

V.

Dificultades y consiguientes retrasos en la preparacion del plano y grabado de la lámina que se acompaña á este artículo, han interrumpido la publicacion de estos apuntes sobre nuestros ferro-carriles: cuyo trabajo hoy proseguimos, recordando el artículo que insertamos, como preliminar, en el núm. 5.º de la REVISTA de este año.

Tres grandes líneas son las artérias de primer orden de la red de los ferro-carriles españoles, cuyo centro es Madrid, de donde aquéllas parten; la del Norte, por Valladolid, Búrgos y Miranda á Irun; la de Madrid á Barcelona y Francia, por Zaragoza y Lérida; y el ferro-carril de Madrid á Cádiz, por Córdoba y Sevilla: de estas tres grandes líneas se derivan la mayor parte de las que constituyen la red, y que figuran en el primer cuadro del artículo anterior; y como ya en éste se dijo, para las consideraciones que se van á exponer, soto se toman en cuenta las tres líneas expresadas y las de Venta de Baños á Santander, Palencia á la Coruña, Leon á Gijon, Miranda á Bilbao, Alcazar de San Juan á Alicante, Chinchilla á Cartagena, Venta de la Encina á Valencia, Manzanares á Badajoz, y Córdoba á Málaga.

La lámina que acompaña á este número contiene los perfiles generales, y á grandes trazos, de las líneas que se acaban de enumerar; es dicha lámina un extracto y una reduccion del grupo de perfiles que figuran en el atlas de los ferro-carriles de España, que se formó para la exposicion de Viena por la Junta consultiva de Caminos, Canales y Puertos, y cuyos trabajos estuvieron confiados al cuidado inmediato del celoso y entendido Ayudante D. Juan de Entrambasaguas. La inspeccion ocular de esta lámina da desde luégo idea de los grandes accidentes de nuestro territorio, y de los considerables desniveles que, en trayectos relativamente cortos, han de salvar los caminos de hierro de España. Se ve, efectivamente, que los pasos de las cordilleras se verifican por puerros de altitudes considerables; como el de Guadarrama á 1.531 metros sobre el nivel del mar; el de Pajares, en el ferro-carril asturiano, á 1.266 metros; el de Horna, en el de Madrid á Zaragoza, á 1.118; y el de Pozazal, en la línea de Santander, á 980 metros sobre el mar.

La notable elevacion de las cordilleras que surcan el territorio de la Península aparece demostrada tambien por el lugar que ocupan las altitudes de los pasos de los ferro-carriles que las atraviesan, en el cuadro que inserta el eminente Ingeniero Couche, en la última edicion de su obra sobre la Via, el material y la explotacion técnica de los caminos de hierro, cuyo cuadro se ha completado con las cotas de mayor elevacion de las líneas de España.

FERRO-CARRILES.	Alturas sobre el ni- vel del mar. — Metros.	NÚMERO DE ÓRDEN		
		General.	Considerando sólo las líneas de Es- paña.	Considerando sólo las líneas de Es- paña.
Perú.—Cerro de Pasco. . . . .	4.331	1	»	»
Veracruz á Méjico. . . . .	2.450	2	»	»
Línea del Pacífico.—Montañas rocosas. . . . .	2.440	3	»	»
Id. id.—Túnel de Sierra Nevada. . . . .	2.147	4	»	»
Verona á Insbruck.—Paso del Brenner. . . . .	1.367	5	1	»
Chile.—Paso del Copiapo. . . . .	1.363	6	»	»
Madrid á Irun.—Paso del Guadarrama. . . . .	1.331	7	2	1
Túnel del Mont-Cenis. . . . .	1.295	8	3	»
Leon á Gijon.—Túnel de Busdongo. . . . .	1.266	9	4	2
Murat á Aurillac. . . . .	1.152	10	5	»
Madrid á Zaragoza.—Túnel de Horna. . . . .	1.118	11	6	3
Nueva Gales.—Great Western. . . . .	1.115	12	»	»
Palencia á la Coruña.—Brañuelas. . . . .	1.066	13	7	4
Neufchatel á Locle.—Túnel de Loges. . . . .	1.048	14	8	»

## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

FERRO-CARRILES.	Alturas sobre el ni- vel del mar. — Metros.	NÚMERO DE ÓRDEN		
		General.	Considerando sólo las líneas de Eu- ropa.	Considerando sólo las líneas de Es- paña.
Alais á Brioude. . . . .	1.029	15	9	»
Madrás.—Línea de Bangalen. . . . .	1.015	16	»	»
Venta de Baños á Santander.—Pozazal. . . . .	980	17	10	5
Marsella á Gap. . . . .	966	18	11	»
Nouchard á Neufchatel.—Paso del Jara. . . . .	940	19	12	»
Alcázar á Alicante.—Paso del Villar. . . . .	931	20	13	6
Madrid á Irun.—Quintanapalla. . . . .	924	21	14	7
Línea del Senring. . . . .	883	22	15	»
Santiago á Valparaíso. . . . .	805	23	»	»
Baltimore á Ohio. . . . .	800	24	»	»
Madrid á Cádiz.—Almuradiel. . . . .	798	25	16	8
Brasil.—San Paulo. . . . .	777	26	»	»
Madrid á Barcelona.—San Guim. . . . .	736	27	17	9
Manzanares á Badajoz.—Veredas. . . . .	719	28	18	10
Palencia á la Coruña.—Pacios. . . . .	696	29	19	11
Red Noruega. . . . .	688	30	20	»
Miranda á Bilbao.—Inoso. . . . .	684	31	21	12
India.—Bhore Ghaut. . . . .	618	32	»	»
Madrid á Irun.—Otzaurte. . . . .	616	33	22	13
E-cocia.—Paso de los montes Grapianos. . . . .	453	34	23	»
Turin á Génova.—Paso de los Apeninos. . . . .	361	35	24	»

Treinta y cinco líneas constan en el cuadro anterior; sólo seis de éstas se elevan á mayor altura que el paso del Guadarrama en el ferrocarril del Norte de España; pero si se prescinde de las de América, quedan veinte y cuatro líneas, y en las diez primeras, por su mayor altura sobre el nivel del mar, están comprendidos cinco pasos de trazados de España; de estos cinco trazados, cuatro miden una altitud mayor de 1.000 metros sobre el nivel del mar; y resulta además, que después del paso del Brenner, el rail del túnel de la Cañada, en la divisoria del Guadarrama, es el más elevado de Europa.

Estas considerables alturas bajan á cotas muy inferiores en cortos trayectos; los perfiles respectivos lo demuestran: ya se ha dicho que el punto más elevado del trazado del ferrocarril del Norte en la divisoria del Guadarrama está á 1.551 metros sobre el nivel del mar; á la distancia en línea recta de unos 100 kilómetros, esta misma cota, en el paso del Duero, es de 725 metros; habiéndose de este modo perdido 606 metros de altura. El mismo ferrocarril atraviesa la divisoria entre el Duero y el Ebro en la sierra de la Brújula, por Quintanapalla, con la cota de 924 metros, y á los 75 kilómetros se pasa el Ebro con la de 486; de modo que en dicho trayecto se han de bajar 438

metros. Del túnel de Horna, en la línea de Madrid á Zaragoza, á la estación de Arcos, median 27 kilómetros, también en línea recta, y en esta distancia se han de bajar 294 metros. En el ferrocarril asturiano, el paso de la divisoria por el túnel de Busdongo, en el puerto Pajares, está 1.266 metros sobre el nivel del mar, y la aldea de Puente de los Fierros, que se halla al pié de la cordillera, y que en proyección horizontal, y en línea recta, sólo dista unos 10 kilómetros del punto de paso citado, tiene sólo 735 metros de altitud, habiendo de buscarse desarrollo para distribuir los 530 metros de desnivel que tan bruscamente presenta la cordillera. Y, por último, el ferrocarril de Santander, que en Pozazal está á la altitud de 980 metros, en Bárcena, que sólo dista en línea recta unos 23 kilómetros, la cota es de 289. Pero como estos enormes desniveles no se encuentran uniformemente repartidos en las cortas distancias que se han enumerado, las dificultades de los trazados, y la necesidad de las fuertes pendientes es mayor de lo que á primera vista pudiera creerse; porque el terreno presenta grandes escalonados, además de las pendientes que resultan no aprovechadas, á causa del establecimiento de los tramos horizontales de las estaciones, de las grandes obras de arte, y por los trayectos de corta in-

clinacion que obliga á adoptar la disposicion del terreno en algunos de los trozos comprendidos en las zonas de las grandes pendientes.

El exámen de los perfiles de las líneas principales, de que se ocupan estas observaciones, hace ver que las que desde Madrid se dirigen al Norte y al Noroeste encuentran mesetas elevadas y cordilleras muy altas, hasta llegar á corta distancia del mar, precipitándose los trazados al litoral, con todos los inconvenientes de haber de perder una gran elevacion en un corto trayecto, como es el que media entre las crestas de la cordillera Pirenaica y el mar Cantábrico. En las direcciones opuestas al Este y al Sur de la península las condiciones expresadas son distintas.

En efecto, el paso del Duero en el ferro-carril del Norte, en medio de las llanadas de Castilla, se verifica con la cota de 725 metros sobre el nivel del mar; elevacion casi igual á la de la divisoria de Sierra Morena, en el de Madrid á Cádiz, cuya altitud es de 798 metros; y á la cuarta parte de la distancia de Madrid al Duero, en la vertiente meridional de la cordillera de Guadarrama, el ferro-carril de Madrid á Cádiz salva el Tajo con la cota de 491 metros. Palencia, que está en la region central de Castilla, y que puede considerarse como la bifurcacion de las líneas que van á Irun, á Santander, á Gijon y á la Coruña, tiene una altitud de 759 metros, la cual en Leon, aún dentro de la misma llanada, llega á 856; y lo contrario sucede á iguales distancias del centro en las líneas de Levante y del Mediodía: en el ferro-carril de Madrid á Barcelona tienen 200 y 152 metros de altitud Zaragoza y Lérida, aunque al dejar la línea la cuenca del Segre para entrar en la del rio Llobregat, sube á la divisoria que los separa, ya bastante cerca del mar, á la altura de 756 metros.

En el ferro-carril de Madrid á Cádiz, Córdoba y Sevilla se elevan sobre el mismo nivel 121 y 8 metros; y en esta region el punto más elevado en que están colocados los rails, es el de Fuente Piedra, en el de Córdoba á Málaga, en el paso de la divisoria del rio Genil y las vertientes al Mediterráneo meridional, cuyo punto tiene la cota de 415 metros, al paso que en el centro de España las cotas de las divisorias llegan, como se ha dicho, á 1.351 metros, y en el Norte á 1.266.

La meseta de Castilla la Nueva que atraviesan las líneas de Valencia, Alicante y Cartagena, se mantiene por Levante más elevada que por el Nordeste y por el Mediodía, encontrándose Albacete

al pié de la divisoria, entre el Mediterráneo y el Océano, á la altitud de 679 metros. De manera, que las mesetas más elevadas de España son las de la vertiente meridional de la cordillera cantábrica; y en el centro de la Península, la de la Mancha, desde la cordillera de Guadarrama hasta la vertiente mediterránea entre los rios Júcar y Segura.

Pocos países de Europa presentan en tan reducidos espacios desniveles tan considerables; en pocas regiones se encuentran al pié, y á corta distancia de las grandes cordilleras, valles tan profundos, como en varios casos sucede en España; y mucho ménos se verifica que en dos valles opuestos, á uno y otro lado de una misma cordillera, y á una distancia relativamente corta, se encuentren dos rios de los principales de la Península, cuyas cotas sobre el nivel del mar se diferencien en más de 250 metros. La indicacion de estas circunstancias hace presentir las dificultades que en este país ha de haber ofrecido el establecimiento de los caminos de hierro.

El estudio especial de cada línea de las que se van á examinar hará ver con más detalles lo que acaba de indicarse, y para esto se comparan los desniveles absolutos en cada trozo ó seccion en que las líneas se dividen por los accidentes más notables del terreno, con las distancias en línea recta que separan los puntos singulares de los trazados, medidas aquéllas sobre los planos de los proyectos, y sobre las cartas del territorio; único medio de obtener estos datos con la suficiente exactitud para el objeto que tienen estos apuntes, que no es otro que el de demostrar á los que no han tenido ocasion de recorrer nuestra península, cuán grandes son los accidentes que presenta su topografía, y cuánta es la importancia de las dificultades que se oponen al establecimiento de los trazados con pendientes suaves, sin adoptar obras considerables y de gran coste; siendo, al contrario, comun á casi todas las líneas de nuestra red el empleo de pendientes de crecida inclinacion. En efecto, prescindiendo de hacer mérito de rasantes aisladas más ó ménos motivadas por los accidentes del terreno, pueden citarse desde luego, como línea de pendientes fuertes, la seccion de Pozal á Bárcena, con inclinacion de 20 milésimas en la de Santander; la misma pendiente, entre Brañuelas y Ponferrada, en el puerto de Manzanal; y entre Quiroga y Lugo, ambas en el ferro-carril de Palencia á la Coruña; la seccion de S. Guim á Manresa, en el de Madrid á Zaragoza y Barcelona; la

## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

de Granollers á Centellas, en el de S. Juan de las Abadesas; la bajada del puerto de Pajares hasta Pola de Lena, en el de Leon á G. jon; en la línea de Mérida á Sevilla se han adoptado pendientes de 27 milésimas; y en los proyectos estudia-

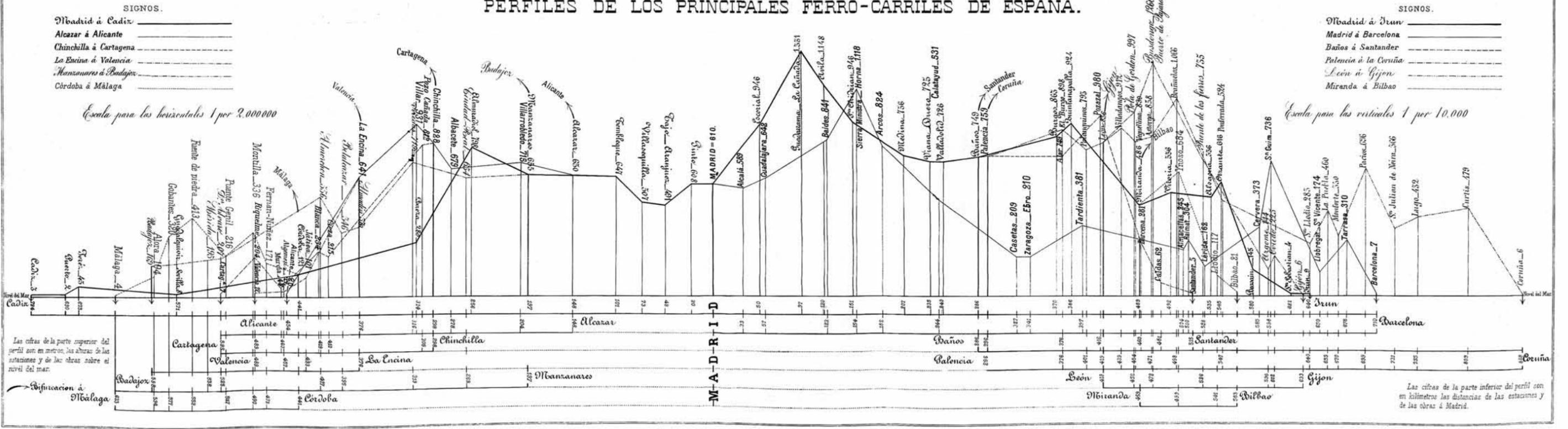
dos, la línea de Béjar á Mérida, en la cual se han adoptado pendientes de 20 y 27 milésimas. Al describir cada una de las líneas, se procurará presentar estas circunstancias con mayor detalle.

M.

*(Se continuará.)*



### PERFILES DE LOS PRINCIPALES FERRO-CARRILES DE ESPAÑA.





“Catálogo de algunos de los planos y modelos  
remitidos a las Exposiciones Universales de  
París y Viena”

*Revista de Obras Públicas*

vol. 22, n° 18, septiembre de 1874, pp. 213-215

vol. 22, n° 19, octubre de 1874, pp. 225-228

vol. 22, n° 20, octubre de 1874, pp. 235-239



## CATÁLOGO

DE ALGUNOS DE LOS PLANOS Y MODELOS REMITIDOS  
Á LAS EXPOSICIONES UNIVERSALES DE PARÍS Y VIENA.

**Planos de varios puentes de carreteras.**

Se ha tratado de presentar las obras más importantes de este género, construidas en los caminos ordinarios de nuestro país; y aunque la colección no sea completa y haya otras de importancia que no aparezcan en ella, las que se muestran dan una idea bastante aproximada de esta clase de construcciones en España.

En el primer tomo aparecen en 33 planos los alzados, plantas, secciones y detalles de varios puentes, y cinco de puentes-viaductos en análogas condiciones.

En el segundo tomo, y en la misma forma, se comprenden 58 de los primeros y 2 de los últimos.

**Modelo de la cimbra del puente de la Horadada.**

Este puente, construido sobre el Ebro en la carretera de Cereceda á Villasante, provincia de Burgos, tiene 25<sup>m</sup>,40 de luz y 5<sup>m</sup>,93 de flecha. La cimbra que se empleó para su construcción, si bien no ofrece particularidad notable, pone desde luego de manifiesto la sencillez que caracteriza a esta clase de obras auxiliares en España.

**Modelo del puente provisional de Renedo.**

Este puente, construido para atravesar el río Pas, en el ferrocarril de Isabel II, provincia de Santander, ha sido de ventajoso servicio, es notable por su magnitud y buena ejecución, y más particularmente por la especial circunstancia de haberse construido en veinte días.

**Planos de varios puentes de ferrocarriles.**

De los 55 planos que componen este tomo, 46 se refieren á puentes-viaductos, y 49 á puentes. Todos ellos de los más notables que se han construido.

**Planos de ferrocarriles.**

Aunque el desarrollo de nuestros ferrocarriles sea bastante menor que el que ha alcanzado en otras naciones, su trazado y ejecución presenta dificultades de reconocida importancia, inherentes á lo accidentado de nuestro suelo; y con objeto de

que se puedan apreciar tales condiciones se ha formado esta colección.

Este tomo consta de 65 planos, apareciendo en los dos primeros el plano general de las líneas construidas y en construcción, y perfiles de las más importantes; y en los demás el plano y perfil en detalle de cada línea; representadas en una misma escala de  $\frac{1}{200.000}$  las distancias horizontales, y de  $\frac{1}{2.000}$  las alturas.

La longitud total de nuestros ferrocarriles se puede clasificar en la actualidad de la siguiente manera:

En explotación. . . .	5.513 kilóm.
En construcción. . . .	2.044
TOTAL. . . .	<u>7.559</u>

**Plano general de la ría de Bilbao y de los ferrocarriles mineros de sus inmediaciones.**

La inmensa riqueza, especialmente en mineral de hierro, que contiene esta comarca es tal, que, aunque en el año de 1872 no se han exportado más que unas 600.000 toneladas, podrán llegar á 5 ó 6 millones el día en que esté construido el puerto exterior y los ferrocarriles proyectados. Con objeto de hacer ver las numerosas vías de este género que en tan reducida comarca se encuentran concluidas, en construcción ó en proyecto, se ha formado su plano en escala de  $\frac{1}{20.000}$ , con las indicaciones necesarias á fin de dar idea acerca de su estado actual.

Los ferrocarriles que aparecen en dicho plano son los siguientes:

Bilbao á Portugalete.—Longitud 44 kilómetros.—Se está tramitando su concesión.

Ortuella al Desierto.—Longitud 8 kilómetros.—Construido y explotado.

Minas de Galdames á Portugalete.—Longitud 21 kilómetros.—En construcción.

Minas de Orconera á Luchana.—Longitud 40 kilómetros.—En construcción.

Minas de Cuadro y del Regato á Luchana.—Longitud 103 kilómetros.—En construcción.

Minas de Castrejana á Zorrosa.—Longitud 40 kilómetros.—Concedido.

Minas de Triano á Santurce.—Longitud 40 kilómetros.—En estudio.

Minas de Triano á la carretera de Bilbao á Castro (ferrocarril colgado).—Longitud 6,5 kilómetros.

—En construccion.

Minas del Alto del Mono á Zorrosa.—Longitud 6 kilómetros.—En tramitacion.

Minas de Iurrigorri á Olaveaga.—Longitud 2 kilómetros.—En tramitacion.

Ademas hay noticia de estudios de otras líneas férreas enclavadas en esta localidad.

#### **Proyecto del ferro-carril de Cádiz al Campo de Gibraltar.**

Esta línea, cuya necesidad, reconocida desde muy antiguo, ha sido en varias ocasiones indicada por muchos eminentes hombres de Estado de nuestro país, tiene en realidad dos objetos: 1.º enlazar con la red actual de los ferro-carriles de la Península la notable y universalmente conocida bahía de Algeciras ó Gibraltar, sirviendo al propio tiempo para el desarrollo y fomento de la gran riqueza que encierra la zona más fértil y poblada de la provincia de Cádiz; 2.º completar la gran línea del Mediodía y la no ménos importante del litoral del Mediterráneo, que desde Cádiz va á unirse en Perpiñan, con la que siguiendo la costa francesa y gran parte de la de Italia, servirá para poner á España en comunicacion directa con estas naciones, la Grecia y toda la region de Levante. Y esto por sí sólo demuestra que la línea de que se trata no es de las destinadas á servir únicamente intereses locales, sino que conviene como pocas al país en general, y aún pudiera añadirse que su ejecucion será en alto grado beneficiosa para la Europa entera, toda vez que con ella se disminuirán, ya que no se eviten por completo, los gravísimos inconvenientes que para la navegacion ofrece la azarosa y arriesgada travesía del Estrecho de Gibraltar.

La línea proyectada, 1.ª seccion de la que ha de poner en comunicacion directa las poblaciones de Málaga y Cádiz, empalma en San Fernando con la ya construida entre este último punto y Sevilla, y pasando por Chiclana, Conil, Veger, Facinas, Tarifa, Algeciras, Los Barrios, San Roque y El Campamento va á terminr en La Línea, ó sea en el límite del territorio de Gibraltar. La longitud que por el trazado resulta entre los mencionados extremos es de 126 kilómetros, que unidos á los 11 que median entre el empalme y Cádiz, componen 137 para distancia total de Cádiz á la línea que separa nuestro campo del inglés.

El proyecto, que ha sido hecho con gran esmero y excediendo en mucho á lo que se exige por los formularios y demas disposiciones vigentes,

consta de cinco grandes volúmenes; uno que contiene la memoria, estados, presupuestos, cálculo de rendimientos, pliego de condiciones y reglamentos de explotacion, y los cuatro restantes los planos topográficos, perfiles longitudinales y transversales, y los proyectos de las obras de fábrica, de la via y de todas las Estaciones y accesorios indispensables para la explotacion del camino.

Profijo sería enumerar las excelentes condiciones que este proyecto reúne; pero para que de su bondad y perfeccion pueda juzgarse, bastará decir que todos los informes dados acerca de él han sido completamente favorables, y que la Junta consultiva del ramo en pleno y por unanimidad aconsejó su aprobacion sin prescripcion alguna, calificándole de trabajo verdaderamente notable bajo todos conceptos, y proponiendo para su autor una recompensa, ademas de indicar que, como estudio modelo entre los de su clase, debia remitirse á la Exposicion universal de París. El Gobierno, conforme en un todo con la respetable opinion de la Junta, así lo acordó en Abril de 1867 al dispensar al proyecto la superior aprobacion.

#### **Proyecto del ferro-carril de Huelva á la frontera de Portugal.**

Esta línea, considerada de gran importancia, como parte integrante de la general que une á Sevilla con Lisboa, ha sido estudiada muy detenidamente, y tratando de resolver el problema de su establecimiento con el principal objeto de satisfacer, de la manera más cumplida posible, á la condicion de economia en su construccion y en su explotacion.

El proyecto consta de cinco volúmenes, conteniendo el primero la Memoria descriptiva con un apéndice; el segundo, las cubicaciones; el tercero, los datos para la formacion del presupuesto y el presupuesto mismo; el cuarto, planos y perfiles longitudinales, modelos de obras de fábrica y edificios; y el quinto, los perfiles transversales.

#### **Modelo del puente de las Guarrizas.**

Esta obra, construida en el kilómetro 305 de la línea de Manzanares á Córdoba, consta de tres tramos de hierro; el central de 52,20 metros de longitud y los laterales de 43,80 metros, resultando una luz total de 145,80 metros. Las pilas, de una altura de 24,00 metros son de hierro fundido y descansan sobre un basamento de sillería y sillarejo de 11,00 metros de elevacion.

## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

Los tramos y la parte metálica de las pilas se han construido en Francia por la casa Parent, Schaken, Caill y C.<sup>a</sup>, y se montaron en 1865, habiéndose abierto á la explotacion en el mismo año.

Con una carga de prueba de 4.000 kilogramos por metro lineal de puente, sufren los cuchillos principales un esfuerzo de 6,98 kilogramos por milímetro cuadrado en los puntos de apoyo sobre las

pilas y en la parte media, 6,59 kilogramos en los tramos laterales y 6,85 kilogramos en el central.

El peso de las pilas de hierro fundido es de 115.559 kilogramos, el de los tramos 227.155, y el de los remaches y roblones de éstos 5.000; resultando un peso total de 545.712 kilogramos, que han costado, puestos en obra, 187.090 pesetas.

(Se continuará).

---

## CATÁLOGO

DE ALGUNOS DE LOS PLANOS Y MODELOS REMITIDOS  
Á LAS EXPOSICIONES UNIVERSALES DE PARÍS Y VIENA.

(Continuacion.)

**Plano del Canal de Isabel II.**

Este plano, hecho con gran esmero y escrupulosidad, representa con toda exactitud el trazado del Canal desde la presa de toma de aguas hasta Madrid, así como una gran zona de terreno á los dos lados de la línea. Por él podrán comprenderse las dificultades que ha habido que vencer para llevar á cabo tan importantes trabajos, y las numerosas construcciones de varias clases que ha sido necesario erigir. Para formarse una idea de la magnitud de éstas, bastará indicar que, siendo la longitud del Canal 76.175 metros, hay 11.741 metros en minas ó subterráneos y 1.406 metros en acueductos, teniendo también 2.762 metros de sifones, y comprendiendo además desmontes y muros de consideración y otras obras importantes. Excepto en los acueductos, todo el Canal va cubierto de bóveda; la cantidad de agua que habrá de conducir será de 200.030 metros cúbicos al día, y el coste de las obras ha sido de unos 55 millones de pesetas.

**Modelo del depósito del Canal de Isabel II.**

Este modelo representa todos los detalles, tanto inferiores como exteriores, de la obra, que es una de las de más importancia construidas para dicho Canal, y en la que, además de una economía bien entendida, se han tenido presentes las buenas reglas de construcción y las necesidades del servicio á que está destinada. Los materiales principales de que está formada son la sillería y el ladrillo, tiene 125 metros de longitud por 86 metros de ancho y 9 metros de altura desde la solera á la clave de las bóvedas, pudiendo contener 59.000 metros cúbicos de agua. De este depósito parten las cañerías que distribuyen el agua por toda la población, hasta los pisos más altos, lo que es posible por hallarse situado en lo más elevado del terreno de los alrededores. A él no llegan más que las aguas necesarias para este objeto, por haberse separado antes las que se destinan á los riegos.

**Modelo del puente-acueducto de Colmenarejo, en el Canal de Isabel II.**

Aunque en escala reducida, representa este modelo otra de las obras notables de la conducción de aguas á Madrid. Es un acueducto de 120 metros de longitud y 19 metros de altura máxima; consta de 15 arcos de medio punto de 8 metros de luz, con las bóvedas y entrepaños de sillería caliza y aristones de berroqueña, presentando el conjunto muy buen aspecto. Se han observado en esta obra las mismas prescripciones económicas que para las demás del Canal.

**Modelo del acueducto de la Sima, en el Canal del Lozoya.**

Entre las obras del mencionado Canal, es una de las más importantes este acueducto. La parte inferior se construyó con el propósito de colocar un sifon del mismo género que los que se encuentran en otros puntos del Canal; pero se modificó el proyecto y se construyó la superior que forma el acueducto. Tiene 67 metros de largo y una altura máxima de 26; la luz del arco inferior es de 17 metros, y la de los 7 superiores de 7,40 metros.

**Modelo de la sección transversal del dique de Tarragona.**

A causa de las obras que se ejecutan en el puerto de Tarragona, se le puede considerar como uno de los principales, aún cuando no sea de los más importantes de la Península. Este modelo representa, en una escala de  $\frac{1}{20}$ , la sección transversal del dique, la disposición de la escollera, y la de las fábricas que entran en esta construcción.

Las obras, que se comenzaron en 1790, se han ejecutado, en gran parte, con presidarios. La longitud del dique principal es de 1.500 metros, y se calcula en 1.085.900 metros cúbicos el volumen de la piedra sumergida. Los gastos ocasionados por estas obras ascienden próximamente á 11.004.505 pesetas. Se ha llegado á arrojar bloques de 210.000 kilogramos, representando un volumen de 88 metros cúbicos; resultado notable, si se tiene en cuenta la falta de máquinas y aparatos necesarios para mover y transportar masas tan considerables. La explotación de la cantera, que ha proporcionado bloques como los antedichos, se verifica por medio de barrenos que llegan a tener hasta 0,40 metros de diámetro y 5 metros de pro-

fundidad; la pólvora empleada se compone de azufre, salitre y serrín, habiéndose llegado á cargar algunos barrenos con 12 kilogramos de esta mezcla.

#### **Modelo de la seccion del dique del puerto de Barcelona.**

Este puerto, conocido de tiempo inmemorial, sólo experimentó mejoras de pequeña importancia hasta que en el siglo pasado se concluyó el muelle que daba abrigo al puerto viejo, de unas 28 hectáreas. Desde 1816 á 1852 se construyó el llamado muelle de Levante para aumentar el espacio abrigado en una longitud de 418 metros; pero paralizados los trabajos hasta 1855, en que se efectuaron unos 200 metros del muelle de Levante, se interrumpieron de nuevo al siguiente año, hasta que en 1863 se comenzaron y han continuado las obras con arreglo al proyecto aprobado para su conclusion. Despues de 1870 se ha dado un gran impulso á la construccion de este puerto, habiendo llegado á trabajar diariamente 1.500 operarios, con el material necesario de wagoes, vapores, dragas, gruas, etc., midiendo las vias férreas establecidas para la explotacion de las canteras hasta nueve kilómetros.

Para apreciar el desarrollo de estos trabajos, se consignará que ha habido épocas en que, en el intervalo de un mes, se han arrojado más de 14.000 metros cúbicos de escollera y se han dragado más de 63.000 metros cúbicos. En el mismo espacio de tiempo se han fabricado 2.900 metros cúbicos de hormigon en bloques de ocho metros cúbicos, asentándose en obra, despues de tres á cinco meses de secadero, hasta 340 bloques.

Las obras construidas abrazan en el dique del Este una longitud de 780 metros sobre un fondo máximo de 20 metros, y en el del Oeste, que tambien está terminado, y en construccion el morro, una longitud de 640 metros, con un calado de agua de 4 á 11. El muelle de tierra tendrá una longitud de 1.500 metros, y se hallan ya construidas todas las fundaciones, de ocho metros de altura hasta flor de agua, y unos 500 metros lineales de muelle.

Se han empleado en los diques 770.000 metros cúbicos de escollera, y se han dragado, desde 1860, 2.100.000 metros cúbicos.

Desde 1856 hasta fin de 1872, se han gastado en las obras de este puerto más de 10.000.000 de pesetas.

Las obras ejecutadas comprenden en su interior en espacio de fondeadero abrigado de 154 hectáreas, el cual se subdividirá en dársenas, nuevos muelles y diques de carena. La sonda general en todo el ámbito del puerto será de ocho metros, quedando un espacio de 8 á 10 hectáreas con sonda de 9 á 15 metros.

En el dia pueden entrar con seguridad y hallar en el interior del puerto un eficaz abrigo las naves de todo porte, como se ha visto con varias fragatas acorazadas y otras embarcaciones de guerra de alto bordo.

#### **Modelo del muelle de Alicante.**

Las noticias más antiguas acerca de los muelles y puerto de esta localidad se remontan al año 1433; pero no se tienen datos respecto al proyecto á que se sujetaron ni las obras al coste de éstas, hasta que en 1805 se regularizaron los trabajos.

En la actualidad puede darse por terminado este puerto, y consta de dos diques, de los que, el del Este, cuya cabeza representa el modelo, tiene 664 metros de longitud y un ancho medio de 25 metros; el de Oeste, que no tiene pretil, cuenta 540 metros de desarrollo, con un ancho constante de 10,70 metros. Estos dos diques están unidos por un muelle de costa de 958 metros de longitud y dejan una boca de entrada de 85,39 metros de abertura, resultando para el puerto una capacidad de 52 hectáreas.

Las profundidades del agua son de 9,70 metros en la boca y 1,00 metros en el muelle de costa, referidas al nivel medio del mar, siendo la diferencia máxima observada en dicho nivel, dentro del puerto, de 0,37 metros.

#### **Modelo del muelle de Cartagena.**

La antigüedad y excelentes condiciones naturales del puerto de Cartagena son bien notorias para excusar su reseña en este lugar; tales circunstancias, unidas á otras varias, han sido motivo para que en el siglo pasado se estableciese en él un arsenal para la Marina de guerra, y sea en el dia la capital de uno de los tres departamentos marítimos de nuestro país, con todas las obras inherentes á tales establecimientos.

No obstante tan favorables circunstancias, con el objeto de mejorar las condiciones del tráfico, se construyen en la actualidad las obras siguientes:

dos diques rompe-olas, un muelle mercante, dragado del puerto y voladura de un bajo fondo.

Uno de los dos diques tiene de longitud 762 metros, y 190 el otro, y constan de una fuerte escollera revestida en su talud exterior con bloques de hormigon de 9 metros de volumen. Dejan una boca de entrada de 400 metros de ancho, con un calado de 25 metros, y abrigan completamente una superficie de 128,50 hectáreas.

La longitud del muelle de tierra que actualmente se construye es de 786 metros, y pueden construirse 1.200 más.

El dragado, que se extenderá próximamente á la mitad de la superficie comprendida entre el muelle y los diques, llegará hasta una profundidad de 8 metros.

Por último, la voladura del bajo fondo, hasta 10 metros bajo el nivel del mar, obligará á desmontar 8.512 metros cúbicos de caliza.

Las obras empezaron en Junio de 1867, pero se han suspendido en diversas épocas hasta 1871, desde cuya fecha los trabajos marchan con regularidad.

A principio de este año se habian arrojado en los diques 641.200 toneladas de escollera y 34.600 metros cúbicos de bloques en una longitud de 700 metros, habiéndose dragado 168.700 metros cúbicos de fango.

El importe de estas obras, con arreglo á contrata, pasa de diez millones de pesetas.

**Modelos de las máquinas, wagones comunes y wagones-volquetes empleados para la descarga de la escollera en el puerto del Grao de Valencia.**

Estos modelos no presentan tipos nuevos respecto de los de vehículos análogos empleados en otras obras de importancia, tanto de España como del extranjero; pero tienen, sin embargo, algunas modificaciones que los diferencian en sus detalles é indican el sistema empleado como material de transporte y descarga en los trabajos á que se refieren, y en las que han dado los resultados más satisfactorios. En dichos modelos se puede observar, además de la disposición de los wagones, la manera de verificar la descarga.

**Modelo de los muelles-embarcaderos del puerto de la Coruña.**

Este sistema de muelles-embarcaderos de hierro y madera, en construcción en el puerto de la Coruña, no se presenta como nuevo, pues hace ya tiempo que se ha empleado en varios puertos del extranjero; pero servirá para hacer ver su aplicación en algunos de España, no siendo sólo en el citado puerto en donde se trata de utilizar esta clase de construcciones, sino que también se han propuesto y aprobado para otros varios, en los que se consideran verdaderamente de utilidad.

Los de que se trata están establecidos sobre pilotes de rosca de Mitchel y tienen 17 metros de anchura en el arranque y 10<sup>m</sup>,50 en la parte restante. Uno de los muelles es de 100 metros de longitud, y otro del mismo sistema de 200 metros.

(Se continuará).

## CATÁLOGO

DE ALGUNOS DE LOS PLANOS Y MODELOS REMITIDOS  
Á LAS EXPOSICIONES UNIVERSALES DE PARÍS Y VIENA.

(Continuacion.)

**Modelo de un aparato empleado para la hinca de pilotes en el puerto de la Coruña.**

Este modelo representa un aparato que ha producido resultados bastante económicos en la construcción de los muelles del puerto de la Coruña, pudiendo tener aplicación también, con algunas modificaciones, para cualquier otro trabajo análogo en que hayan de contruirse andamios ú obras parecidas en terrenos cubiertos por las aguas. Aunque su conjunto aparece algo complicado, es fácil de comprender, y las maniobras son bastante sencillas, siendo curiosos algunos de los detalles que contiene relativos á esta clase de construcciones auxiliares. Se maneja este aparato por cuatro hombres, dos peones y dos carpinteros, que en este puerto construían doce metros lineales de andamiaje al día.

**Modelo de los botes salvavidas de las costas de España.**

Este modelo no tiene más objeto que manifestar la forma y disposición de los botes establecidos en las costas de España por el Ministerio de Fomento para el importante servicio de salvamento, cuyo desempeño se halla á cargo de las Autoridades de Marina; siendo, por lo demás, iguales á los existentes en otras naciones.

**Planos de faros.**

Los 155 planos que forman esta colección se han distribuido en cuatro tomos:

En el 1.º se encuentran los pertenecientes á las provincias de Guipúzcoa, Vizcaya, Santander, Oviedo y Lugo, en el Océano, comprendiendo 30 planos. En el 2.º aparecen los que corresponden á las provincias de Coruña, Pontevedra, Huelva, Cádiz y Canarias, en el mismo mar, formando 41 planos. El 3.º comprende los del Mediterráneo, enclavados en las provincias de Málaga, Granada, Almería, Murcia, Alicante, Valencia y Castellón, y consta de 41 planos. Por último, en el 4.º tomo se hallan los de las provincias de Tarragona, Barcelona, Baleares y Posesiones de África, en el mismo mar, conteniendo 43 planos.

**Modelo del faro provisional de Alicante.**

Este modelo se presenta como ejemplo de una construcción provisional y económica, y que ha satisfecho completamente su objeto durante más de diez años que estuvo sirviendo, desde el fin del año 1842 en que se construyó. Después se reemplazó con las luces hoy encendidas en aquella parte de la costa. Toda la torre estaba formada con maderas de pequeñas dimensiones, y su altura, á contar desde el piso del muelle, era de unos 33 metros. En el modelo están representadas todas las piezas que componían la obra, sus uniones y detalles correspondientes.

**Modelo del faro de la isla del Aire, en las Baleares.**

Está situado este faro en la isla del Aire, á la entrada del puerto de Mahón (Menorca): su aparato es de 2.º orden y la luz blanca con eclipses de 1' en 1'. La altura del foco luminoso sobre el terreno es de 33<sup>m</sup>,50, y la del mismo punto sobre el nivel del mar, de 49<sup>m</sup>,50. Se encendió en Agosto de 1860, habiendo costado las obras del edificio y torre 45.668,339 escudos.

**Modelo del faro de Corrobedo, provincia de la Coruña.**

La altura del foco luminoso sobre el emplazamiento es en este faro de 12<sup>m</sup>,54, y sobre el nivel del mar de 51<sup>m</sup>,20.

La luz es blanca y fija, y el aparato de 5.º orden.

**Modelo del faro de la Torre de Hércules en la Coruña.**

Este faro está colocado en una torre reconstruida por los romanos, en el sitio en que existió otra de señales, construida, según la tradición, por los fenicios, y que se restauró en tiempos de Carlos III. En el exterior se conserva la indicación de la rampa por la que se podía subir á caballo á la parte superior. La altura total de la torre es de 57<sup>m</sup> y la del emplazamiento sobre el nivel del mar de 52<sup>m</sup>,48.

**Modelo del faro de Finisterre, provincia de la Coruña.**

La altura del foco luminoso sobre el emplazamiento es de 17<sup>m</sup>,27 y la del mismo foco sobre el nivel del mar de 142<sup>m</sup>,72. La luz es blanca con eclipses de 50" en 50", y el aparato es de 1.º orden.

Es de los primeros faros modernos que se han construido en España.

**Modelo del faro del puerto de Soller, en las islas Baleares.**

El faro que se representa está colocado en la punta de la Cruz, á la extremidad Norte de la entrada del puerto de Soller, en la isla de Mallorca. En la extremidad Sur hay tambien un aparato de 4.º orden en una torre antigua, marcando entre las dos luces la entrada del puerto. El aparato á que se refiere el modelo es de 6.º orden, luz blanca y fija; las alturas del foco luminoso, sobre el terreno y sobre el nivel del mar, son respectivamente de 11<sup>m</sup>,40 y 21<sup>m</sup>: costó el edificio y torre 21.221,607 escudos, y se encendió la luz en Diciembre de 1864.

**Modelo del faro del Cabo de Palos.**

Está situado este faro en la parte más saliente del Cabo de Palos, provincia de Murcia: su aparato es de primer orden y el foco luminoso se halla elevado sobre el terreno 50<sup>m</sup>,34, y sobre el nivel del mar 80<sup>m</sup>,34. La luz es blanca con eclipses de 1' en 1'; toda la torre y edificio son de sillería y ha sido iluminado en Enero de 1865. En el modelo se ha tratado de imitar con todo esmero y escrupulosidad la fábrica de mampostería, sillería y demas partes de la obra.

**Modelo del faro de las islas Sisargas, provincia de la Coruña.**

El aparato es de 4.º orden, y la luz blanca con destellos rojos de 4' en 4'. La altura del foco luminoso sobre el emplazamiento es de 12 metros, y la del mismo sobre el nivel del mar 109,85 metros.

**Modelo del faro de la isla de Buda, en la embocadura del Ebro.**

Este modelo es, sin duda alguna, uno de los más importantes de los que se han remitido á las Exposiciones para dar á conocer nuestras obras públicas. En él se han imitado, del mejor modo posible, las uniones de las piezas, las dimensiones y hasta la pintura.

El faro de que se trata es el mayor de los tres de hierro que se han construido en la embocadura del Ebro, en la provincia de Tarragona. Su altura desde el foco luminoso hasta la escollera que rodea los pilotes sobre que descansa la obra, y que constituyen un zócalo general, es de 55 metros. Como se puede ver por el modelo, toda la obra es de hierro y está fundada sobre nueve pilotes de roca, del sistema Mitchel.

El aparato es de 2.º orden, con luz giratoria blanca y destellos de 1' en 1': se encendió por vez primera en 1864.

**Fotografías.**

Se han reunido en cuatro tomos 220 vistas fotográficas de construcciones de diversa índole y antigüedad, aunque todas importantes, de las ejecutadas en nuestro país.

Aunque la ejecución artística de muchas de estas fotografías pueda dejar algo que desear, sirven, sin embargo, para poder apreciar la importancia y dificultades de ejecución de algunas de las obras que representan, y dan idea de la escabrosidad del terreno en que con frecuencia se encuentra esta clase de construcciones, y que las hace en muchos casos tan difíciles y costosas.

En el primer tomo aparecen 52 vistas clasificadas de la siguiente manera:

Puentes. . . . .	25
Viaductos. . . . .	5
Estaciones. . . . .	11
Puertos y faros. . . . .	5
Vistas varias. . . . .	8

En el 2.º tomo se comprenden 45 fotografías, y contiene:

Puentes. . . . .	37
Viaductos. . . . .	8

El 3.º tomo consta de 65 vistas, correspondientes á

Puentes. . . . .	27
Viaductos. . . . .	6
Vistas de algunas obras antiguas. . . . .	30

Por último, en el 4.º tomo hay 60 vistas que comprenden:

Faros. . . . .	20
Vistas varias. . . . .	40

**Planos diversos.**

En este tomo se han coleccionado algunas obras de diversa naturaleza y destino, y que merecen conocerse, ya por las dificultades de su construcción, ya por la importancia de su objeto. Estos planos se han agrupado de la manera siguiente:

Trazados de carreteras y ferro-car-	
riles. . . . .	7
Estaciones de caminos de hierro. . . . .	4
Puertos. . . . .	15
Canales. . . . .	15
Abastecimiento de aguas. . . . .	8
Total. . . . .	49

En la Exposición que tuvo lugar en el Ministerio de Fomento de algunos modelos y planos que figuraron en las últimas Exposiciones de París y de Viena, se repartió la hoja impresa que insertamos á continuación, dando una ligera idea del origen y adelanto de las obras públicas en España:

## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

## LAS OBRAS PUBLICAS DE ESPAÑA.

En el reinado de Fernando VI puede decirse que se principiaron las obras públicas de España. Á fines del siglo pasado su gestión estaba confiada á diversos Secretarios de Estado y del Despacho, y al Consejo de Castilla; correspondian las carreteras á la Secretaría de Estado, los puentes al Consejo de Castilla, y los canales á la Secretaría de Hacienda.

En aquella época sólo habia en España

770 kilómetros de carretera.

Para evitar los desaciertos que se originaban por estar diseminada la Direccion de las Obras públicas, se creó una Inspeccion general de Caminos, que desempeñó el ilustre D. Agustín de Betancourt, quien más adelante organizó este servicio en Rusia, y fué nombrado jefe del mismo por aquel gobierno imperial. Betancourt propuso al Gobierno español, y éste decretó, la creacion de un Cuerpo de personas facultativas, para poder disponer de funcionarios celosos y probos, y el establecimiento de la Escuela especial para dar la instruccion necesaria á los Ingenieros que habian de componer dicho Cuerpo. Á éstos se encargó el estudio y construccion de las Obras públicas, evitando por este medio los errores que en ellas se habian cometido por la incompetencia de las personas á quienes en muchos casos se habian confiado.

La Escuela se abrió por primera vez en Noviembre de 1802; y aunque la nueva organizacion subsistió poco tiempo, se tocaron desde luégo sus benéficos resultados.

Al verificarse la invasion francesa y estallar la guerra de la Independencia, existian

2.800 kilómetros de carreteras.

La Escuela especial de Ingenieros, que habia permanecido cerrada durante la guerra, se suprimió al terminarse y subir al trono Fernando VII.

Reunidas las Cortes en 1820, á propuesta del Ministro de la Gobernacion D. Agustín Argüelles, promulgaron una ley para el establecimiento y servicio de las obras públicas, reorganizando el Cuerpo y la Escuela especial de Caminos, Canales y Puertos, como únicos medios de crear un personal apto y celoso para estudiar, dirigir y vigilar dichas obras.

Poco pudieron éstas adelantar durante el breve período constitucional, ni cambió sensiblemente su estado en los años siguientes.

El Gobierno, como ya lo habia hecho en 1814, suprimió la Escuela de Caminos en 1823.

En 1854 tenia España

5.700 kilómetros de carreteras.

6 faros antiguos en toda la costa.

Despues de la muerte de Fernando VII, el primer Ministro de Fomento, D. Javier de Búrgos, restableció por tercera vez la Escuela especial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, y más adelante, por tercera vez tambien, se reorganizó el cuerpo de Ingenieros.

La guerra civil de los siete años, y las perturbaciones políticas que absorbieron la atencion de los gobiernos, no permitieron que se adelantase en el establecimiento de las construcciones de pública utilidad. En 1848 aún no existia ningun faro moderno: sólo se contaban en todas las costas de la Península las seis luces de que ántes se ha hecho mérito. En esta fecha se preparó y decretó la iluminacion de nuestro litoral, y se empezó tambien el establecimiento de nuestra red de ferrocarriles.

En 1856 las obras del Estado eran:

8.900 kilómetros de carreteras.

520 kilómetros de ferro-carriles.

41 faros.

Despues del año 1856 empieza el período del gran desarrollo de las obras públicas, que dura hasta 1865, en que principia á disminuir el impulso que se les habia impreso, resultando que en 1869 se contaban:

17.400 kilómetros de carreteras.

5.400 kilómetros de ferro-carriles.

154 faros.

Y por último, en la actualidad las obras públicas tienen en España el estado que expresan las siguientes cifras:

## CARRETERAS.

Construidas.. . . .	18.972 kilómetros.
En construccion. . . . .	3.405 »
En proyecto, en estudio y para estudiar. . . . .	15.650 »
SUMA TOTAL. . . . .	<u>36.007</u> »

## FERRO-CARRILES.

En explotacion. . . . .	5.515	kilómetros.
En construccion. . . . .	2.044	»
SUMA TOTAL. . . . .	<u>7.559</u>	»

## PUERTOS.

Con obras construidas y en construccion..	51
En proyecto y en estudio. . . . .	<u>45</u>
SUMA TOTAL. . . . .	<u>96</u>

## FAROS ENCENDIDOS.

De 1. <sup>er</sup> orden. . . . .	13
De 2. <sup>o</sup> id.. . . . .	16
De 3. <sup>o</sup> id.. . . . .	27
De 4. <sup>o</sup> id.. . . . .	22
De 5. <sup>o</sup> id.. . . . .	23
De 6. <sup>o</sup> id.. . . . .	44
Luces de enfilacion. . . . .	13
Id. provisionales. . . . .	7
SUMA TOTAL. . . . .	<u>169</u>

No se hace especial mencion de las obras provinciales y municipales, porque se han ejecutado con entera libertad, y, por punto general, de una manera defectuosa, aun en las épocas en que han existido leyes y otras disposiciones que restringian la iniciativa de las Diputaciones provinciales y de los Ayuntamientos; y porque, segun los datos oficiales, en las provincias de España, exceptuando las cuatro Vascongadas, sólo existen

1.160 kilómetros de caminos provinciales.

1.900 kilómetros de caminos vecinales.

Y ademas aparece que hay

15 provincias

que no cuentan con un solo kilómetro de los primeros, y

6 que carecen por completo de los segundos.

“Ferrocarriles internacionales. Líneas a la  
frontera de Portugal”

Eusebio Page

*Revista de Obras Públicas* vol. 25, nº 18,  
septiembre de 1877, pp. 205-209



MADRID, 15 DE SETIEMBRE DE 1877.

TOMO XXV.

NÚM. 18.

## SUMARIO.

Ferro-carriles internacionales, por D. Eusebio Page.—Memoria redactada por el Ingeniero Jefe de Obras públicas de la isla de Puerto-Rico, D. Leonardo de Tejada (continuacion).— Resistencia de materiales (continuacion).— Parte oficial.— Subastas.

## FERRO-CARRILES INTERNACIONALES.

## LÍNEAS Á LA FRONTERA DE PORTUGAL.

Las comunicaciones de España con el vecino reino de Portugal han merecido siempre una seria atencion por parte de ambos gobiernos, y si las circunstancias por que se ha atravesado en los dos países hacen aparecer como descuidada la realizacion de nuevas vías férreas que los unan, una vez satisfecha la apremiante necesidad de la comunicacion por Badajoz, no es ménos cierto que desde hace bastantes años se reconocieron como indispensables, y la opinion pública señala hoy como urgentes determinados ferro-carriles que, cruzandola frontera hispano-portuguesa, faciliten las relaciones y el cambio de productos de dos países cuya riqueza puede desarrollarse considerablemente, ó mejor dicho, crearse, que por tantos motivos se deben estimacion mutua como naciones amigas y que tan íntimamente tienen confundidos sus intereses materiales.

Cuando en el año 1864 se abrió la amplia informacion para acordar el Plan general de los ferro-carriles de España, teniendo presentes todos los estudios, datos é informes que con gran espléndidez y excelente criterio hubieran de reunirse, una de las primeras subcomisiones que se formaron como auxiliares de la del Plan general, fué la encargada de estudiar y proponer las líneas de más reconocida trascendencia que habrian de cruzar la frontera portuguesa (1).

(1) Esta Comision la formaban, por parte de Portugal, los acreditados ingenieros Ilmo. Sr. Francisco María de Sousa Brandão, é Ilmo. Sr. José Diego M. Mousinho de Alburquerque; y por parte de España, los ingenieros Jefes del Cuerpo D. Inocencio Gomez Roldan y D. Eusebio Page.

De dicha Comision formaba parte el Ingeniero que suscribe, y debemos hacer constar que cuando despues de una solucion de continuidad de algunos años el Gobierno se ha servido volvernos á encargar de lo relativo al mismo asunto, no hemos encontrado alteracion esencial ninguna en las exigencias de la opinion de uno y otro país; que hoy como entónces considera unánimemente como urgentes las líneas que entónces se propusieron, y este hecho viene á demostrar, no tanto la prevision ó acierto del informe que entónces se sometió á la Superioridad, como la precision y fundamento serios que señalaban con absoluta firmeza, como necesarias, las líneas de que se trata.

Hoy que las respectivas redes de ferro-carriles han tomado un considerable desarrollo, es de más interés, es casi indispensable realizar desde luégo aquellas vías entónces previstas, y salvo esta cuestion de tiempo, ninguna variacion esencial se ha introducido en su direccion general, y ménos en la zona que hayan de recorrer.

El Gobierno español, apreciando así las cosas, creó por Real órden de 18 de Setiembre de 1875 la Comision encargada de fijar los empalmes en la frontera de las líneas férreas que han de ir á Portugal, como primer paso necesario para que la iniciativa particular, templada ya convenientemente, pudiese empeñarse en las nuevas líneas internacionales que iban á acordarse.

Encargada esta nueva Comision á la que venía efectuando los estudios de ferro-carriles á través del Pirineo Central, formó una Seccion aparte en la primitiva Comision que debía cambiar su nombre por el más general de «Ferro-carriles internacionales», y de acuerdo con los ingenieros portugueses designados por el Gobierno para cada caso, juntos en el campo muchas veces, y unánimes siempre en la manera de apreciar los inmensos beneficios de un ferro-carril, esa gran palanca de nuestro siglo, se han llevado á cabo sucesivamente todos los relativos a las líneas indicadas, los cuales han sido ya presentados á los respectivos gobiernos ó están en vías de ser ultimados.

Nos encontramos hoy en disposicion de señalar cuáles son las soluciones acordadas y cuál es el

estado de las diversas líneas que han de cruzar la frontera, y para ello adoptaremos el mismo orden de Sur á Norte con que fueron presentadas en el informe de 1864.

*Línea de Beja á Sevilla por Huelva.*—De ésta se encuentra muy adelantada ya la parte de Huelva á Sevilla, y sólo resta en España la comprendida entre Huelva y la frontera. De ella existe un estudio tan notable y bien redactado como todo lo que hace el ilustrado ingeniero del Cuerpo D. Manuel de Aramburu, que sigue la direccion general que fué indicada en el informe del año 1864, puesto que arrancando el trazado de Huelva en la direccion próximamente de la carretera de Ayamonte, sigue hasta poco ántes de Gibraleon y atraviesa el rio Odiel aguas abajo de aquel punto, y no por encima como indicaba la Comision, puesto que esto suponía que se habia de seguir la direccion del Tharsis, lo cual, si estaba indicado en la época en que se hizo la informacion, dejaba de tener fundamento cuando existía ya un ferro-carril con el solo objeto de llevar los ricos minerales del Tharsis á la desembocadura del Odiel. Pasa despues el trazado por San Bartolomé, y siguiendo por la ribera de la Virgen de la Peña, en cuyas orillas se halla la Puebla de Guzman, llega á la Cúbica, y cruzando sucesivamente ésta, la del Malagon y la de los Alvacares, así como sus respectivas divisorias, se llega á Paimogo, desde donde, aprovechando la ladera izquierda del Chança, se baja á este rio, que constituye la frontera, para cruzarlo en direccion de Aldea Nova, Serpa y Beja, por la pasada de la Torrecilla, conforme en un todo con lo propuesto por la Comision mixta.

La longitud de esta línea ha resultado ser de 81<sup>k</sup>,500<sup>m</sup>, el rádio mínimo de las curvas por una sola vez de 300<sup>m</sup>, y las pendientes máximas, del 2 por 100.

El proyecto de este ferro-carril, completamente ultimado, fué elevado á la Superioridad en 30 de Setiembre de 1872; pero ántes de proceder al estudio definitivo de la traza, creyó conveniente el ingeniero Sr. Aramburu, de acuerdo con el entendido ingeniero portugues Sr. Boaventura José Vieira, que debia fijarse préviamente el punto de cruce de la frontera, y así se hizo despues de los reconocimientos y estudios sobre el terreno que fueron necesarios, firmándose el Acta correspondiente por duplicado y en ambos idiomas con fecha 19 de Junio de 1868.

Dicha Acta, y por consiguiente el paso por la

frontera en esta parte, quedó aprobado en España por Real orden del Poder Ejecutivo fecha 2 de Marzo de 1869.

La obra internacional convenida es un viaducto sobre el rio Chança, proyectado de hierro de cinco tramos de á 30<sup>m</sup> de luz, y cuya altura no puede rebajarse á ménos de 43<sup>m</sup>,16 sobre el fondo del rio.

Por lo demas, en la referida Acta se consignan claramente las condiciones administrativas y técnicas que han de preceder á la realizacion de aquella obra, que son las mismas esencialmente que despues se han convenido en los empalmes sucesivos.

Siguiendo el orden que en esta ligera reseña nos hemos impuesto, debiéramos citar ahora la línea de los Santos á Évora, por cuanto que con esta idea se pidió y concedió en España por Real orden de 16 de Junio de 1874 el ferro-carril de los Santos á Badajoz. Y bueno es que este hecho venga á confirmar en cierto modo el parecer consignado en el informe de la Comision mixta que juzgaba que esta línea, que no podia considerarse como internacional de primera importancia, podrá llegar, sin embargo, á ser de suma necesidad para los distritos de Évora, en Portugal, y de Jerez de los Caballeros, en España.

De todos modos, tenemos entendido que recién obtenida la concesion que hemos citado, se hicieron estudios con el intento de prolongarla hasta Évora, y esta alteracion esencial en la traza propuesta por la Comision, que nunca pensó en llevar por Badajoz la línea de los Santos á Évora, tropezó en primer término con el derecho exclusivo que en Portugal tiene adquirido la Compañía Real para no consentir un nuevo ferro-carril en una zona de 50<sup>k</sup> á uno y otro lado.

Sea de ello lo que quiera, los trabajos de la nueva concesion no se han desarrollado, y no existiendo, que sepamos, concesion alguna portuguesa que la corresponda, no se ha llegado á fijar empalme ninguno, por lo que no insistiremos má sobre dicha línea.

*Línea del Tajo.*—Con este nombre se proponía por la Comision mixta, como la más importante de cuantas habian de cruzar la frontera hispano-portuguesa, la prolongacion de la de Malpartida por las inmediaciones de Coria á entrar en Portugal por Monfortinho.

Esta línea fué aprobada y subvencionada por la ley de 20 de Enero de 1870, y para su estudio fué

autorizada la Empresa del ferro-carril de Malpartida, que lo ha llevado á cabo de una manera muy concienzuda y esmerada.

Segun este estudio, el trazado parte de la Estacion de Malpartida de Plasencia, y cruzando inferiormente la carretera de Trujillo á Plasencia, sigue por la meseta de San Estéban á salvar la divisoria que permite entrar en el valle del Jerte y Alagon por el boquete del arroyo de las Monjas y continúa despues por la márgen izquierda del arroyo San Gil hácia las inmediaciones de la ermita de Arajemes. De este punto se consigue ganar la altura de Coria y despues la divisoria entre los rios Alagon y Arrago, pasándose este último unos 100<sup>m</sup> aguas abajo del Puente de Sata, y continuando á unos 5<sup>k</sup> á la izquierda de Moraleja, y cruzando el rio Gata por debajo de la ermita de la Vega, se empieza el ascenso á la sierra del Caballo, divisoria entre los rios Gata y Elga. Pasa el trazado 1<sup>k</sup> á la derecha del caserío de Malladas, y subiendo por el valle de Navamojada permite tomar el del Sanguinal, que por el portillo de las Moreras da acceso fácil para cruzar el rio Elga, que en esta parte sirve de frontera.

La longitud total del trazado es de 83 kilómetros 300 metros. La pendiente máxima es de 0<sup>m</sup>,015, y el radio mínimo de las curvas es de 500 metros, empleado casi exclusivamente en la última parte.

La fijacion del empalme de esta línea con la que en Portugal habria estudiado por orden del Gobierno el práctico ingeniero Sr. Sousa Brandão, fué la primera llevada á cabo por la Comision de ferro-carriles internacionales. Con este objeto, y despues de los detenidos reconocimientos y estudios sobre el terreno á que dió origen la importancia de la cuestion, se redactó de comun acuerdo, con fecha 10 de Marzo de 1876, el acta en que se consigna todo lo relativo al empalme, y que suscribieron, por parte de Portugal, el ya citado Sr. Sousa Brandão, á cuya ilustracion deben tanto los ferro-carriles del vecino reino, y los distinguidos ingenieros militares Sres. Alincourt Braga y Bandeira Coello de Meilo, y por parte de España, el activo y entendido ingeniero Sr. Peralta, afecto á la Comision Internacional, y el que suscribe, como Jefe de la referida Comision.

El proyecto de empalme, que con fecha 21 de Abril de 1876 fué elevado á la Superioridad, comprendia, ademas de uno de los ejemplares originales del Acta á que nos hemos referido, el plano y

perfil conforme á formulario del cruce del rio Elga y dos kilómetros por una y otra parte, un dibujo representando ligeramente el puente sobre el rio Elga, y finalmente, una Memoria descriptiva de los trazados y datos correspondientes á la cuestion.

Hasta el presente no ha tenido resolucion en España el proyecto presentado; pero es de creer que informado favorablemente por la Junta Consultiva de Guerra, despues del acta aclaratoria de la Division del Norte y de la Comision Internacional, fecha 22 de Febrero del corriente año, sea aprobado definitivamente.

La obra internacional en esta parte es el puente de hierro sobre el rio Elga, compuesto de tres tramos de hierro de 25 metros de luz cada uno, con pilas de fábrica de 25 metros de altura, conforme se detalla en los documentos correspondientes.

Posteriormente á la fijacion del empalme anterior, se ha concedido por Ley de 8 de Julio de 1876, un ferro-carril que partiendo de los criaderos de fosfato de las inmediaciones de Cáceres, termine en la frontera de Portugal, y á peticion del concesionario se nos ha ordenado por el Gobierno que se proceda á fijar el punto conveniente para el cruce de la frontera, lo que no se ha verificado ya esperando que Portugal designe los Ingenieros que por aquella nacion deban intervenir en el asunto. Esta línea de Cáceres á la frontera, complementada con la de Cáceres á Malpartida de Plasencia, que ha sido concedida por Real orden de 26 de Junio de este año, forman otra solucion que, sin salir del valle del Tajo, podrá unir directamente Madrid con Lisboa.

De estas dos últimas líneas no existe hasta hoy, que sepamos, ningun estudio definitivo.

*Línea de Salamanca á Oporto.*—En el informe del año 1864 se consideraba como muy importante la línea de Salamanca á Oporto, siguiendo el valle del Duero, de preferencia á la que hubiera de unir los mismos puntos por Aldea del Obispo y Almeida. Preciso es confesar que el desarrollo de las soluciones portuguesas correspondientes, fijará en España la prioridad de una ú otra de aquellas direcciones, ya que no la necesidad de ambas, que en un plazo más ó ménos próximo, consideramos muy justificadas, como satisfaciendo necesidades de distinto orden, y teniendo cada una de ellas una zona propia distinta. Sobre este punto, y es la única parte de la frontera en que así suce-

de, no hay más decidido que lo que había el año 1864, y como antecedentes y resúmen de esta cuestion en su estado actual, puede verse la reseña comparativa entre los trazados de Medina del Campo por Salamanca ó Zamora, que fué redactada por esta Comision en Julio del año próximo pasado. De cualquier modo, la terminacion de los estudios del ferro-carril llamado de la Beira Alta, hizo que el Gobierno diera el encargo concreto de fijar el empalme con aquél, del que partiendo de Salamanca, siguiera por las inmediaciones de Ciudad Rodrigo.

Lo relativo á este trabajo lo verificó el Ingeniero Sr. Alonso Grimaldi con el acierto y buen talento que le distinguen, y como resúmen de sus estudios, puede decirse: que el ferro-carril de Salamanca por Ciudad-Rodrigo no presenta apénas dificultades, sobre todo hasta llegar al valle del Águeda, en cuyas márgenes se encuentra Ciudad-Rodrigo; que la condicion de pasar por esta poblacion obliga á forzar las pendientes hasta bajar á la cuenca del referido rio y verificar su cruce, desde cuyo punto á la frontera puede irse ya en buenas condiciones.

La longitud del trazado sería de 85 kilómetros entre Salamanca y Ciudad-Rodrigo, y de 28 kilómetros entre este punto y la frontera, ó sea un total de 113 kilómetros.

Las pendientes serán suaves y no excediendo de 0<sup>m</sup>,015 en la bajada al Águeda, y las curvas por lo general podrán ser de radios muy amplos.

El empalme que se acordó como más conveniente se hizo uniendo las dos alineaciones española y portuguesa por una curva de 450<sup>m</sup> de radio y 754<sup>m</sup> de desarrollo, que corta á la frontera entre la poblacion portuguesa de Villafermoso y la española de Fuentes de Oñoro, en terreno abierto y despejado como lo es todo el que atraviesa la línea de límites por aquella parte.

El proyecto de empalme fué remitido á la Superioridad con fecha 18 de Abril de 1876, y allí se encuentra pendiente de resolucion. Análogamente al de Monfortinho, se compone de una Memoria descriptiva y un ejemplar del Acta original, en ambos idiomas, ademas del plano y perfil correspondientes del trazado de empalme. En este trabajo intervinieron por parte de Portugal, ademas de los Sres. Alincourt Braga y Coelho de Mello, el muy ilustrado Ingeniero Jefe de los estudios de Beira alta Sr. Almeida d' Eça, y por parte de España, el

Ingeniero Sr. Alonso Grimaldi y el Jefe que suscribe.

Desde la frontera portuguesa, que corresponde á la provincia de Salamanca, no hay ya proyectada en España ninguna otra línea internacional hasta la frontera de Galicia que, hácia Tuy, ha de ser atravesada por la union de los ferro-carriles españoles y portugueses.

Esta gran extension de línea fronteriza parece reclamar indudablemente un ferro carril que por entre Chaves y Verin permitiese enlazar toda la rica comarca de Tras-os-Montes con la de Galicia y las Castillas; pero conforme se indicó en el informe del año 1864, el país que habrá de atravesarse es sumamente quebrado, y la importancia local de esta vía no estaría en relacion con su coste. Otra cosa sería si se tratase de determinar el plan general de los ferro-carriles económicos que debieran intentarse, porque á juzgar por los grandes beneficios que el tráfico local de toda la Península puede esperar de aquella clase de vías, puede considerarse la que hemos indicado como una de las más justificadas.

Es de esperar que una vez terminada la red de ferro-carriles de la Península, que con el ancho normal representa las necesidades más apremiantes, se inicie y resuelva el plan de ferro-carriles económicos, que á la manera de los triángulos de segundo orden de una cadena geodésica han de desarrollarse dentro de los primeros.

*Línea de Oporto á Galicia.*—La continuidad de esta línea exige el empalme del ferro-carril del Minho en Portugal con el de Orense á Vigo en España, de cuyo trabajo ha venido ocupándose la Comision de los ferro-carriles internacionales con toda la atencion que reclama su importancia.

El empalme por esta parte comprende el puente sobre el rio Miño y una longitud de línea nueva que ha de construirse hasta llegar á la estacion de Guillarey en el ferro-carril de Orense á Vigo, mayor ó menor, segun cuál se apruebe por la Superioridad, de los trazados comparativos que en breve plazo han de presentarse.

La realizacion de este empalme exigia, entre otros varios que se presentan, el estudio detenido de la union, pasando por la misma ciudad de Tuy, que como la de más importancia de la provincia en la ribera del Miño, debia ser atendida técnicamente, al ménos con el objeto de presentar al Gobierno todos los datos necesarios para fundar su resolucion; y aquí debe notarse que á cada uno

de los trazados españoles que se están ultimando para ser presentados al Gobierno, tan luego como se formalice el debido acuerdo, corresponde una variante portuguesa que forme la debida continuacion del primero estudiada en Portugal, tanto por mejorar cuanto sea posible la situacion de su trazado, cuanto por la deferencia y sincero acuerdo con que han correspondido al nuestro los Ingenieros portugueses del ferro-carril del Minho, y en especial el ilustrado Jefe de la sexta seccion Sr. Diego de Barros, facilitando así extraordinariamente la resolucion de aquel complejo problema.

De los tres emplazamientos estudiados para el paso del Miño, viene á resultar una longitud de puente próximamente igual, comprendida entre los 230 y 300 metros, si bien las condiciones de altura y fundaciones son bastante desemejantes; y en cuanto á la longitud que en España ha de construirse: la una solucion necesita muy poca via nueva, pero deja muy distante la poblacion de Tuy, y la otra necesita unos 6 kilómetros de alguna dificultad, si bien pasa por la misma ciudad ántes citada, en tales términos, que para decidir sobre esta aparente compensacion de ventajas y desventajas, debe esperarse la decision que la Superioridad tenga por conveniente dictar en virtud de otro orden de ideas, ajeno á la cuestion técnica. En cuanto al ferro-carril de Orense á Vigo que se ha de unir con el anterior, va á abrirse de un día á otro la seccion comprendida entre Vigo y las márgenes del Miño, que permitirán, si se decide con brevedad lo relativo á este empalme, ver realizado en un breve plazo el ferro-carril de Oporto al Miño y su prolongacion á Galicia, la comarca más poblada de España, que ha sido una de las líneas primeramente pensadas, sin duda porque siempre se ha previsto como de las más importantes de toda la Península.

Tal es, descrito brevemente, el estado de nuestras líneas internacionales con Portugal, y los trabajos que la Comision internacional ha llevado á cabo para fijar los empalmes acordados en principio, desde el año 1864, cuyo resúmen es como sigue:

Aprobado por los dos Gobiernos el empalme en Paimogo para la union del ferro-carril de Huelva á la frontera, con el que á ésta se dirige en Portugal desde Beja.

Presentado al Gobierno y pendiente de resolucion el empalme en Monfortinho de los ferro-car-

riles de Malpartida á la frontera, y el llamado de la Beira baja en Portugal.

En igual estado que el anterior, el empalme en Villarformoso para los ferro-carriles de Salamanca á la frontera por Ciudad-Rodrigo y el de la Beira alta en Portugal.

Ultimándose, para ser presentado en breve plazo, el empalme hácia Tuy del ferro-carril de Orense á Vigo con el ferro-carril del Minho en Portugal, cuyo empalme, por sus circunstancias especiales, ha necesitado bastante trabajo y repetidos estudios.

En disposicion de proceder al estudio del empalme de la línea de Cáceres á la frontera tan luego como el Gobierno portugues nombre los Ingenieros con quienes la Comision española debe entenderse.

Y finalmente, no habiendo intentado nada en el correspondiente á la línea del Duero miéntras esta solucion no se fije de una manera clara y concreta por los Gobiernos de los dos países, de acuerdo con la opinion pública siempre manifestada en el mismo sentido.

De esperar es que no se retrase ya el planteamiento de todas las líneas ántes indicadas, porque felizmente para los tiempos que alcanzamos, la educacion política de los pueblos les hace comprender que son perfectamente compatibles la estimacion y respeto mutuo de dos naciones autónomas con la fusion y acorde desarrollo de sus intereses materiales que ha de realizarse, beneficiando grandemente los dos países, á favor del mayor número posible de vías férreas que crucen la frontera comun.

EUSEBIO PAGE.



“Ferrocarril de Linares a Almería.  
Trozo de Moreda a Guadix”

Rogelio Inchaurreandieta

*Revista de Obras Públicas* vol. 43-2, n° 16,  
octubre de 1896, pp. 317-319



## SECCIÓN DOCTRINAL

## FERROCARRIL DE LINARES Á ALMERÍA

## TROZO DE MOREDA Á GUADIX

En Enero de 1897 terminará el plazo legal de construcción de este ferrocarril; pero desgraciadamente para las comarcas interesadas y para la Compañía concesionaria, se necesitará una prórroga de más de un año para poner en explotación toda la línea. La causa principal de este retraso es un error de redacción en la ley de concesión, reconocido y remediado al fin por el Gobierno, pero que durante más de tres años ha reducido en proporción considerable las subvenciones á que tiene derecho la Compañía contrariando el desarrollo de las obras.

Unese á esta causa el cambio de trazado que se ha realizado para mejorar el servicio, beneficiando principalmente á Granada, á la cual se le da una línea directa por la combinación del ferrocarril de Linares á Almería con el de Moreda á Granada, abandonando el cauce y laderas del Guadiana Menor para ir directamente á Moreda. A esta notable mejora sacrifica la Compañía más de tres millones de pesetas de aumento en el coste de la construcción.

Por las causas indicadas no pudieron emprenderse oportunamente dos grandes viaductos que se encuentran en la variante de Moreda. Uno de ellos, el del barranco Salado (un afluente del Guadiana cerca de su unión al Guadalquivir) mide más de 300 metros de longitud y más de 100 metros de altura, con tramos de 105 metros y pilas de fábrica de 75 metros de altura entre zócalos y apoyo del puente. El otro, que ha de salvar el río Guadahortuna, que confluye con el Guadiana muy cerca del Fardes, mide más de 600 metros de longitud, con tramos de 60,5 metros y pilas que alcanzan hasta 50 metros, teniendo su parte metálica 42 metros de altura.

Ambas obras están en construcción; pero no habiéndose empezado oportunamente, retrasan la conclusión de la línea.

De los 250 kilómetros que ésta mide, están en explotación los 53 kilómetros desde Baeza (empalme con la línea de Manzanares á Córdoba) hasta Quesada (kilómetro 60,700) y los 100 kilómetros desde Guadix hasta Almería. A ellos hay que agregar los 26 kilómetros del trozo de Moreda que debe abrirse al servicio público dentro de pocos días, sumando en total 179 kilómetros.

Por el lado de Quesada no es posible avanzar más en la explotación mientras no se salve el barranco Salado, situado en el kilómetro 66, y que constituye la principal dificultad de la línea en tiempo; lo único que puede hacerse es llegar con la locomotora al Salado, lo cual sucederá dentro de pocos días; pero por el lado de Almería, las obras terminadas hasta Moreda, kilómetro 124, y puestas en explotación pue-

den prolongarse hasta el Guadahortuna, kilómetro 104,500 donde el gran viaducto antes mencionado tendrá la explotación del trozo del Salado á Guadahortuna hasta que esté terminada la línea.

El trozo de Linares á Baeza, 7.700 metros, se concluirá con la oportunidad necesaria para que coincida con la explotación de la sección intermedia. Antes, no satisface objeto alguno.

La Compañía tiene, por lo tanto, un interés capital en impulsar la construcción de los dos grandes viaductos, pero no ha querido privar á la comarca de los beneficios del ferrocarril, y ha puesto en explotación los 26 kilómetros que hay entre Moreda y Guadix, y en breve pondrá los 20 que faltan hasta Alamedilla (Guadahortuna).

Vamos á indicar qué particulares ofrece el nuevo trozo y qué beneficios puede reportar.

Moreda es una pequeña población asentada cerca de la divisoria de los ríos Fardes y Genil. Por el valle del Huélago se llega al primero de estos ríos en un recorrido de 20 kilómetros, y por el de Cubillas se desemboca en la vega granadina, hasta cuya capital hay unos 58 kilómetros.

Por Moreda pasa la carretera de Vilches-Almería, en construcción adelantada, y á unos 26 kilómetros pasa la carretera de Jaén á Granada.

Ir á Moreda en estas circunstancias es avanzar al centro de un país desconocido y aislado; es en realidad adelantar la explotación sin grandes ventajas para arrojar en la comarca la semilla del progreso.

La estación de Moreda tendrá gran importancia cuando se una con Linares y con Granada, quedando á 116 kilómetros de Baeza (empalme con la línea de Manzanares á Córdoba), á unos 58 kilómetros de Granada y á 126 kilómetros del mar. Dicha estación será la confluencia de las dos corrientes de tráfico que se dirijan al centro de la Península y al puerto de Almería.

Hoy queda aislado el ferrocarril de la región central por las cortaduras del Salado y del Guadahortuna, cuyos grandiosos viaductos pudieran estar concluidos, si no los hubiesen retrasado las causas mencionadas, y queda asimismo aislada de Granada por la fatal imprevisión de una ley que permite que el ferrocarril de Baza á dicha capital esté completamente paralizado hasta el mismo minuto que señale la espiración del plazo total de construcción; error funesto legal, si es que no hay en el fondo un grave abuso.

Si al llegar la locomotora á Moreda, si al asomar al abierto valle que se extiende entre las cumbres de Harane y las de Huelma, y que se estrecha y aprisiona por las poéticas sierras de Elvira y Alfacar, pudiese con su agudo silbido despertar de su letargo á los granadinos y hacerles reclamar contra la monstruosidad de que son víctimas, por la burla que se hace de la ley, algo se ganaría con el tren que diariamente recorre por dos veces la planicie y los valles de Huélago y de Fonelas.

Diremos algunas palabras del terreno, del trazado y de las obras.

El oleaje de montañas que forma el núcleo de Sierra Nevada, las enormes graderías que sirven como de zócalo á los soberbios picos de Mulhacén y de la Veleta, se aplanan y nivelan entre las últimas estribaciones de Sierra Nevada y las montañas de Baza, que se ligan con las de Filabres.

Pero ni aun en esas llanuras deja de mostrarse grandioso y rudo el trabajo de la naturaleza. Ofrecense ligeramente accidentadas en la divisoria de los dos mares á 1.130 metros de altitud cerca de Huéneja; pero al descender al segundo tramo de planicies, situadas unos 200 metros más bajas, cerca de Guadix, ofrecen una denudación tan extraña y fantástica que asombra al viajero.

No son barrancos ordinarios los que descienden al río Fardes, son callejones flanqueados por agujas y murallas, cuyos desplomes obstruyen las corrientes, las desvían y dan al conjunto un carácter exótico sin plan hidrográfico alguno.

Allá, no lejos, se destacan las blancas cimas de la gigantesca montaña; más cerca los *puntales* aislados como centinelas de aquellas fortalezas; y al pie, entre sus últimos escalones, las llanuras desgarradas por la denudación, como si no fuese admisible la calma serena de los valles en donde han palpitado fuerzas tan enormes, y se han reñido luchas tan tremendas entre la inercia de los estratos que igualaron el fondo de los mares y los esfuerzos de las masas eruptivas, que necesitaban espacio adecuado á sus cambios de naturaleza, ó que se veían comprimidas y expulsadas por las acciones internas.

Aun donde las planicies no han sido denudadas del modo irregular que hemos apuntado, ofrecen surcos de amplias proporciones, que han motivado viaductos muy importantes, como, por ejemplo, el del Anchurón.

Pues bien, el corto trazado que nos ocupa parte de la estación de Moreda, cerca de la divisoria del Genil y del Guadiana Menor, y sigue por algunos kilómetros una llanura surcada por anchas rambblas (Atascadero, Seca, etc.) á una altitud de algo más de 1.000 metros.

A medida que se aproxima al río se acentúan los accidentes de denudación, que antes hemos descrito, y después de cruzar una extraordinaria cortadura, cuyas dimensiones le han conquistado el nombre del *Anchurón*, desciende al Fardes (811 metros), y después remonta su margen derecha hasta la estación de Guadix, á 931 metros de altitud.

La bajada desde la meseta de Huélago al río Fardes ofrece un curioso estudio, y constituye un precioso ejemplar de trazados, siendo uno de los casos en que más utilidad puede prestar el método geométrico, que permite llevar al gabinete la forma del terreno para comparar las soluciones y elegir la más conveniente.

La Compañía de Fives-Lille, constructora de esta línea, ha hecho un notable trabajo salvando en exce-

lentes condiciones, aunque á expensas de obras importantes, esa zona tan accidentada y extraña.

Séanos permitido llamar la atención sobre una circunstancia muy especial de la línea que consideramos. Moreda, á 126 kilómetros del mar, se encuentra á 1.020 metros de altitud, y el puente del Fardes desciende á 811 metros, y después se eleva otra vez el trazado á alturas de 1.000 y 1.100 metros, hasta llegar á 80 kilómetros de distancia del mar.

Es decir, que si se prescinde de la depresión del río Fardes, que obliga á bajar unos 300 metros, la línea se conserva á altitud de 1.000 á 1.100 metros desde Moreda hasta Huéneja, á 80 kilómetros del mar.

Escribiendo para una Revista técnica parece inútil insistir sobre ese hecho tan notable, pues bien sabido es, que alturas de 1.100 metros son excepcionales en los ferrocarriles de Europa, en donde se cruzan las más elevadas cadenas de montañas á altitudes que exceden en poco más de 200 metros á los que gana la línea de Almería á poca distancia del mar.

Grave y digno de meditación era el problema de ligar Almería con el centro de España, teniendo que elevar á más de 1.000 metros de altura los trenes en un trayecto de 80 kilómetros, porque al problema económico del tráfico se unía la dificultad que opone la naturaleza, ofreciendo como el camino menos malo barrancos que descienden al mar con pendientes de más del 3 por 100.

La dificultad está vencida, y la línea puede hacer frente á una explotación activa y perfectamente regular.

Volviendo á ocuparnos del trozo de Moreda, indicaremos sucintamente sus obras más importantes.

A unos 2 kilómetros de Moreda se salva la Cañada del Atascadero, por la cual é inferiormente á la línea de Almería pasará la de Baza á Granada. Este viaducto de acero tiene 8 tramos de 17<sup>m</sup>,60 y 16 metros de luz con longitud total de 137<sup>m</sup>,60.

A unos 4 <sup>1</sup>/<sub>2</sub> kilómetros hay un puente de 40<sup>m</sup>,40 de luz, en curva de 500 metros de radio, de un tramo de acero sobre estribos, y con avenidas de muros calados por arcos de medio punto de 8<sup>m</sup>,5 de luz.

El viaducto más importante de este trozo es el del Anchurón, cuyas vigas de acero miden 255 metros de longitud apoyadas en los estribos y en cuatro pilas de fábrica. Uno de los estribos se une al terreno por una arcada de 4 arcos de 12 metros de luz, que constituyen con sus avenidas una obra elegante y airosa de 64<sup>m</sup>,60 de longitud, con una altura variable entre 24<sup>m</sup>,71 y 8<sup>m</sup>,60.

Las pilas del viaducto principal han atravesado terrenos desprendidos, y algunos cimientos descienden hasta 20,75 metros á contar del terreno natural.

La cota máxima de la rasante es de 54<sup>m</sup>,45, y la altura de las pilas llega á 42 metros entre el retallo de fundación y el asiento de las vigas.

Las pirámides de los estribos son de sillarejo con cal de Teil y ofrecen un aspecto que armonizan perfectamente la esbeltez y estabilidad.

Para concluir con los puentes y viaductos mencionaremos el puente del río Fardes, que tiene 62<sup>m</sup>,40

## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

de longitud, formado por dos tramos de 31,20, y que ha ofrecido la particularidad de haberse roto el macizo de hormigón del estribo de la derecha, que se hincaba por el aire comprimido, dando ocasión á un curioso trabajo de reparación para demoler el trozo desprendido y sustituirlo por otro, por no haber al-

canzado buen resultado las tentativas para rellenar la grieta transversal.

En la parte de la bajada al Fardes hay muchas trincheras que tienen más de 15 metros en el eje en grandes longitudes, midiendo los túneles 664<sup>m</sup>,50 con longitudes entre 100 y 254 metros.

ROGELIO DE INCHAURRANDIETA.





“Viaducto sobre el Múrtiga, en el ferrocarril  
de Zafra a Huelva”

*Revista de Obras Públicas* vol. 44-2, nº 1.137,  
julio de 1897, pp. 29-30



**Viaducto sobre el Murtiga, en el ferrocarril de Zafra á Huelva.**

Emplazado este viaducto en la pintoresca confluencia del Río Frío con el Murtiga, se compone en conjunto de tres tramos de hierro laminado, teniendo 50 metros de luz el central y 30 los laterales, sirviendo de apoyos estribos aligerados de 25 metros de altura, construídos de mampostería con aristones, cadenas y coronaciones de sillería y dos pilas de hierro laminado, también colocadas sobre basamentos de igual fábrica que los estribos.

Los tramos son independientes uno de otro, dejando un espacio entre sí de 0,80 metros.

La altura de las vigas principales del tramo central es variable, desde 6 metros que tiene en el centro, hasta 3,70 metros en los apoyos sobre las pilas.

Los tramos extremos son de altura uniforme en toda la longitud é igual á la de los apoyos del tramo central.

Cada tramo se compone de dos vigas principales del sistema Pratt arriostradas por medio de las viguetas y de cruces horizontales, teniendo la rasante á la altura de la cabeza superior de las vigas de los tramos extremos.

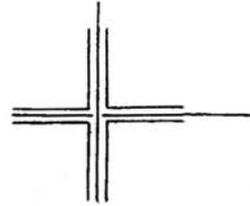
Las cabezas de todas las vigas principales están formadas de hierros distribuídos en esta forma:



Los montantes de las vigas del tramo central son paralelepípedos de base cuadrada, cuyas aristas están formadas con escuadras y las caras trianguladas con barras oblicuas. Los montantes de los otros tramos se componen de cuatro escuadras formando una cruz.

Las diagonales de todas las vigas son simplemente flejes.

La parte metálica de las pilas tiene 19 metros de altura y forma en conjunto un tronco de pirámide de base rectangular, cuyas aristas laterales están compuestas de palastros cosidos de este modo,



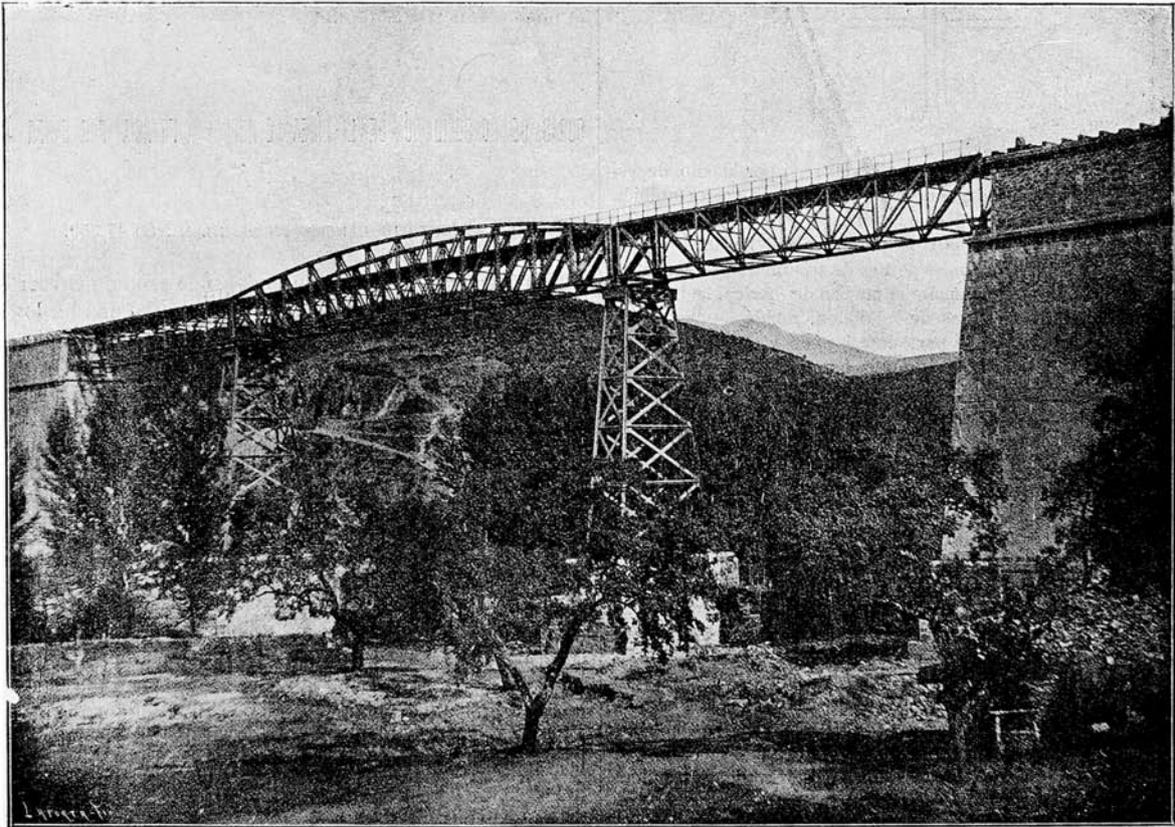
y que están á diversas alturas unidos entre sí por medio de escuadras horizontales y aspás colocadas unas horizontales también y otras en las caras laterales de la pila.

El amarre de estas pilas con la fábrica del basamento está conseguido mediante grandes pernos de seis metros de longitud que, atravesando verticalmente el macizo de fábrica, se unen en la parte superior con basas de fundición, donde descansan las aristas de las pilas, y en la parte inferior con vigas horizontales sosteniendo carriles empotrados en la mampostería.

El peso por metro lineal del tramo central es de 2.400 kilogramos, y el de los laterales de 1.650. El peso de las pilas por metro lineal de altura llega á 2.000 kilogramos.

El cálculo de todas las piezas se hizo sin pasar de seis kilogramos por milímetro cuadrado el esfuerzo máximo en los casos más desventajosos.

La Sociedad Cockerill de Seraing, Bélgica, construyó este viaducto en 1888, prestando desde entonces servicio.



Viaducto sobre el Murtiga—Ferrocarril de Zafra á Huelva (Huelva)



“Línea férrea de Linares a Almería”

Francisco J[avier] Cervantes

*Revista de Obras Públicas* vol. 44-2, n° 1.149,  
octubre de 1897, pp. 365-368



## LÍNEA FÉRREA DE LINARES Á ALMERÍA

Próximo á terminarse el viaducto metálico del Guadahortuna, situado en el kilómetro 104,500, creo de oportunidad dar algunos datos sobre esta obra, tomados de la memoria que sobre ella se ha escrito y de la marcha seguida en los trabajos. Unido á ellos, los grabados que se acompañan, bastan para que pueda formarse una idea exacta de esta construcción, que si no por su altura, pues la máxima es de 58 metros, por su longitud de 619,20 metros, es de las primeras de España.

Cruza el ancho y profundo valle del Guadahortuna por medio de una viga central, formada por ocho tramos metálicos de 60<sup>m</sup>,50 de luz cada uno (entre ejes de los apoyos), la cual descansa, excepto sus extremos, sobre pilas metálicas con basamento de fábrica, de altura sobre el terreno natural variable de dos á cinco metros, y de dos viaductos de acceso de menores dimensiones, constituidos, el del lado de Linares, que es el que aparece ya montado en los grabados, por tres tramos metálicos de 33,80 de luz de eje á eje de los apoyos, y el del lado de Almería de un solo tramo de la misma luz.

Descansan estos tramos sobre pilas de fábrica y una pila estribo de igual construcción sirve simultáneamente de apoyo, así por el lado de Linares como por el de Almería, al extremo de un pequeño tramo del viaducto de acceso y á la de un gran tramo de la parte central del viaducto; en los extremos del lado de los desmontes, los pequeños tramos descansan sobre estribos macizos de fábrica, con aligeramientos interiores cubiertos por las tierras de los cuartos de cono.

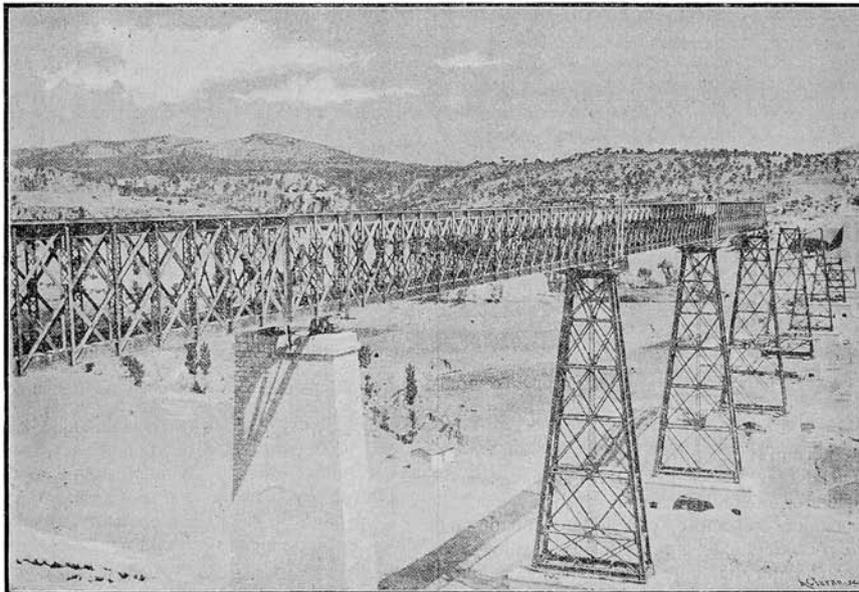
Las pilas metálicas, construídas de hierro, son del tipo clásico con charnela de giro sobre el eje de apoyo y grapas en el macizo de fábrica, que sirve de base á la parte metálica de la pila. En virtud de la charnela de articulación sobre el apoyo, las reacciones transmitidas por los tramos y los trenes que las sobrecargan, pasan siempre é invariablemente por el centro de la pila, y el engrapado,

en un macizo de un espesor suficiente de fábrica, asegura la solidaridad íntima de la parte metálica y del basamento de fábrica, cualquiera que sea la fuerza del viento. Finalmente, la triangulación de las diferentes hiladas que constituyen una misma pila (la de las caras laterales, así como la triangulación horizontal de cada hilada) se ha cuidado de una manera especial, haciendo desaparecer por una feliz disposición del cruzamiento de las barras, las diagonales de longitud desmesurada, cuya tendencia á arquearse se ha significado por la experiencia como señal de un defecto en grandes pilas metálicas, construídas hace algunos años.

Con objeto de poder visitar fácilmente y sin el menor peligro todas las partes metálicas de la obra, conservar su pintura y de practicar cuando sea necesario la reparación del roblonado, se ha colocado una pasarela en la base de los tramos del viaducto principal y en la parte central del mismo, que permite recorrerlo en toda su longitud, y de la mencionada pasarela, puede subirse al nivel del carril por medio de una escala de hierro situada sobre el lado de la sección en que termina el viaducto principal ó bien bajarse por una pequeña escalera metálica sobre la plataforma de inspección de los aparatos y desde este punto al interior de cada pila metálica, por medio de una doble escala que se encuentra en el centro, provista á cada metro próximamente de barras curvadas que constituyen un respaldo, como se ha efectuado en la construcción metálica del Hipódromo de París.

Existen también plataformas de seguridad á la altura de los carriles y con dimensiones de 0,98 de anchura y 1,78 de longitud para resguardar á los peones sorprendidos por un tren al recorrer los grandes tramos del viaducto, rodeadas de barandilla y sustentadas por consolas, que constituyen un elemento decorativo.

El engrapado de las pilas en el basamento de fábrica se obtiene por medio de un sólido tirante situado en el eje del montante y unido á éste en la parte superior, que cruza la fábrica en una especie de vaina de hierro fundido y que viene á unirse por medio de un fuerte patín de acero con tuerca á una doble viga de hierro en I, que recibe



también los hierros en I transversales, coronados estos mismos por placas de acero fundido. En virtud de esta disposición no puede ejercerse ninguna tracción sobre el tirante de la pila, que no sea contrarrestada inmediatamente por el peso total del macizo entero del basamento que está encima de las placas de acero fundido del engrapado: este peso de fábrica, 236 toneladas, es muy suficiente para asegurar la estabilidad, con un coeficiente de seguridad de 2<sup>h</sup>,15. Construido este basamento para resistir esfuerzos verticales ú horizontales, está constituido por un macizo de fábrica de mampostería con paramentos de sillarejos en hiladas concertadas, de modo que forme, gracias á la energía de los morteros de cal del Teil que se han empleado, un verdadero monolito, teniendo una casi completa uniformidad de resistencia.

Un aligeramiento constituido por una bóveda de medio punto, de siete metros de diámetro, se encuentra practicado en la parte central del macizo, mientras que en la parte superior y bajo la coronación de la pila, se extiende otra en forma de zampeado invertido, destinado á dar solidaridad á los apoyos de los montantes conjugados de una misma pila en el sentido perpendicular del viaducto. Con esta disposición se consigue acodalar los dos puntos de sustentación y transmitir de uno á otro la parte de acción del viento sobre la pila y las dos mitades de los tramos contiguos que no haya sido destruida por el rozamiento del pie del montante sobre la base.

La galería de la pila está constituida por una hilada de sillería, formando cornisa en todo su contorno, cornisa que se extiende hasta los apoyos de las pilas en el sentido perpendicular á la obra, de manera que venga á formar el estribo de la bóveda á modo del zampeado invertido de que antes hemos hablado. Galerías de acceso de 1,45 de altura por 1,45 de luz, cerradas por puertas de palastro, permiten contantemente la inspección de la obra. Tanto las pilas de fábrica de los viaductos de acceso, como las que sirven de punto de apoyo simultáneo á un tramo pequeño y á uno grande contiguos, se encuentran constituidos por un macizo hecho con cal del Teil, y paramentado con sillarejos en hiladas concertadas y de tipo denominado monolítico.

Estando formado el terreno del valle por una capa de gran espesor, sin contar la capa vegetal, de una tierra arcillosa de varios colores y de distintas resistencias, cuyo origen son los aluviones más ó menos antiguos arrancados por las aguas á las laderas vecinas y transportados por el río Guadahortuna, no se ganaría nada con penetrar á mayor profundidad en las entrañas del terreno, exigiendo este por su naturaleza que la presión unitaria de la base del cimiento de fundación no exceda de 2 á 3 kilogramos por centímetro cuadrado.

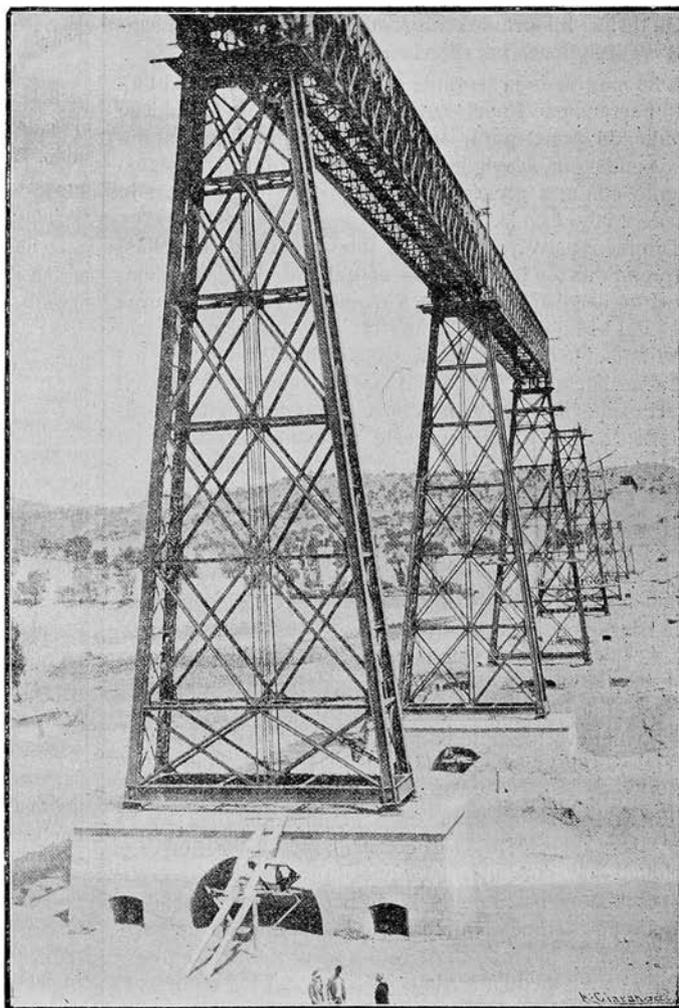
Por esta razón ha sido necesario reducir todo lo posible el peso de la pila en la base de fundación y por ello emplear pilas metálicas para el viaducto principal, mientras que para los viaductos de acceso se han proyectado de fábrica, porque están colocadas en las laderas iz-

quierda ó derecha del Guadahortuna y encuentran una base de fundación más sólida.

Por el contrario, en el fondo del valle, el terreno es de aluvión, de época más ó menos antigua, por lo cual, el trabajo de la fundación debe ser el menor posible, y por ello el asiento de fábrica que sirve de soporte á la pila metálica ha sido reducido á una altura mínima de unos 5 metros, es decir, á la rigurosamente necesaria para el enlace de la parte metálica. Esta altura de la fábrica varía algo de una pila á otra para armonizarse con los cambios de altura de las pilas, que por razón de la disposición de las celosías, no podrían hacerse sino por la adición ó supresión brusca de uno ó medio bastidor.

Las pilas de fábrica del viaducto del lado Linares están fundadas sobre marga compacta, que se descompone con mucha facilidad; las profundidades de cimentación de estas pilas han sido 6,50 la máxima y de 5 la mínima; el cimiento, que es continuo, se compone de un bloque de hormigón enrasado 0<sup>m</sup>,50 más bajo que el terreno natural.

Las pilas metálicas 1, 2, 3 y 4 están encima de arcilla compacta mezclada con cantos rodados; en ellas la profundidad máxima del cimiento ha sido de 5,50 y la mínima de 4,00, siendo este cimiento un bloque continuo de hormigón en un espesor de 1,20; y después, continuando de



hormigón, se divide en dos macizos, que vienen á ser los pies derechos en que se apoya el alzado de fábrica, constituidos como hemos dicho anteriormente.

En las pilas 5 y 6, que son las que están á uno y otro lado del río, la profundidad de la excavación ha sido mucho mayor, pues ha llegado á 16,50 y 15,00 metros respectivamente, habiendo sido necesario entibarla, no sólo por ese motivo, sino también porque en el terreno, que era de aluvión en la parte superior, marga y cantos rodados mezclados con la marga formando una especie de conglomerado en la inferior, se encontró gran cantidad de agua; en estas pilas y en la siete la cimentación no es corrida, sino constituida por dos bloques de hormigón de 14,50, 14,00 y 4,20 respectivamente.

Por último, en la pila estribo y en el estribo del lado de Almería el terreno, es marga compacta y el cimiento se ha hecho corrido con una altura de 5 y 4 metros respectivamente, aunque la profundidad de la excavación ha sido de 9,40 y 8,50 y todo lo demás de fábrica, habiendo sido necesario darle mayor solidez por la gran inclinación que tiene el terreno en dicho punto.

El mortero empleado en las pilas donde se encontró agua fué de cemento de Portland en la proporción de 300 kilogramos de cemento por metro cúbico de arena, y en las demás cimentaciones 300 kilogramos de cal del Teil por metro cúbico de arena y lo mismo en las mamposterías, y siendo de 500 kilogramos de cemento para la misma cantidad de arena para las sillerías.

A 30 metros de la segunda pila metálica pasaba el llamado barranco de Puertas, y aunque quizás no lo hubiese perjudicado, para quitar hasta la más remota probabilidad de ello se ha desviado y construido un muro de revestimiento con una altura de 5 metros, un espesor en la base de 2,50 y 1 en la coronación.

También para proteger las fundaciones de las pilas, comprendidas en la corriente actual del Guadahortuna, contra las socavaciones se va á revestir el fondo y las márgenes del lecho del río, después de haberlos regularizado todo lo posible con una fuerte capa de fábrica de mampostería ó de hormigón hidráulico con un espesor de 0,35 en la parte superior y 0,70 en la base, en una longitud próximamente de 115 metros; á este revestimiento se une un triple rastrillo, colocado como se hace ordinariamente.

Dada la importancia del terraplén de acceso al viaducto del lado de Linares, mala calidad de las tierras y su gran cubo, que será aproximadamente de unos 80.000 metros, se ha hecho por tongadas de 4 metros de altura, tomadas de un préstamo lateral de buen terreno, compuesto de tierra roja, grava y arena.

La construcción de este viaducto ha sido presupuesta en 1.337.156,86 pesetas, y con su terminación, que será á principios de Noviembre, podrá ponerse en explotación otro nuevo trozo de unos 20 kilómetros, y en los cuales están las estaciones de Huelma, Cabra de Santo Cristo y Alicún.

En artículos sucesivos daré algunos detalles sobre otras obras de la línea, cuya construcción ha sido por cierto bien difícil, pues aparte de que en toda ella hay grandes pendientes (hasta de 0,027) no hay ninguna alineación recta de importancia y en cambio la mayor parte de las curvas son de 200 metros de radio; sólo en el trozo ya explotado de Alamedilla á Almería, ó sea en 146 kilómetros, existen 16 túneles, alguno de 416 metros de longitud y en curva, y 24 puentes metálicos, varios de los cuales tienen más de 200 metros de largo.

Almería, Septiembre del 97.

FRANCISCO J. CERVANTES.



“Gran viaducto sobre el Salado, de la línea de Linares a Almería. Corrimientos de los tramos metálicos”

*Revista de Obras Públicas* vol. 46-1, nº 1.215, enero de 1899, pp. 9-12



# GRAN VIADUCTO SOBRE EL SALADO, DE LA LINEA DE LINARES A ALMERIA

## CORRIMIENTOS DE LOS TRAMOS METÁLICOS

### *Viaducto del Salado, 3 Enero.*

En el escaso tiempo que queda para la salida del correo procuraré consignar, aunque sea desordenadamente, cuantos apuntes he tomado en el día de hoy.

A continuación presentamos algunos datos sobre las obras del trayecto desde Baeza recogidos en el viaje, conversando con un Ingeniero de la Compañía, cuya amabilidad agradecemos.

#### VIADUCTO DEL GUADALIMAR

*Situación.* — Kilómetro 7 + 846. — *En recta y horizontal.*

*Luz.* — 165,00 metros dividido en tres tramos: los dos laterales de 52,50 metros y el *ce* en medio de 60 metros.

El carril va situado á 21 metros de altura sobre el estiaje, y á 15 sobre las altas aguas; esta altura vino impuesta por la rasante á la travesía del valle.

*Terreno.* — Unos 2,5 de terreno detrítico, arena ó gravas y debajo una potente capa de marga dura mezclada con bancos de asperón.

Una de las pilas está en el río y se fundó por medio de un doble recinto de pilotes y tablestacas relleno de tierra arcillosa apisonada, dentro del cual y agotando, se fundó la pila compuesta de un macizo de hormigón coronado por mampostería con chafianes en sus extremos revestidos de sillarejo.

*Parte metálica.* — Dos vigas de 5 metros de altura: montantes separados 3,75 y celosía sencilla. Arriostramientos en celosía verticales y horizontales. Piso superior.

*Material empleado.* — El acero.

*Coefficientes de resistencia.* — Para las vigas principales, 8,5 kilogramos por 1 mm<sup>2</sup> de sección llena. Para las piezas del tablero, 7,5 ídem, ídem.

#### VIADUCTO SOBRE EL ARROYO LUPION,

DE 27 METROS DE LUZ

*Situación.* — Punto kilométrico 10 + 137,80.

Un sólo tramo de 28,20 metros de largo; altura del carril sobre las altas aguas, unos 8 metros; el estiaje, 13 metros.

La rasante forma una rampa de 0,0058 subiendo hacia Almería. En planta la vía está en curva de 500 metros.

*Tipo del puente.* — Dos vigas en celosía sencilla, con montantes separados 2,35; altura de las vigas, 2,80; piso superior. Doble arriostro horizontal y vertical de celosía.

*Material del puente.* — El hierro.

*Coefficiente de resistencia.* — 6 kilogramos por 1 mm<sup>2</sup> de la sección entera.

En el replanteo aprobado se proyectó un puente de 8 metros de luz, habiéndose substituido después por esta obra, tanto por la oblicuidad con que aquella hubiera encontrado á la corriente, cuanto porque se afirmó por personas de la localidad que las crecidas habían llegado

alguna vez hasta 8 metros del fondo del lecho, por lo cual se ha preferido enrasar la base de los estribos con la altura asignada á las máximas crecidas, con lo cual no habrá para las aguas obstáculo alguno y los cuartos de cono de enlace con el terraplén no son atacados por las aguas.

Estribos de fábrica aligerados, fundados sobre una capa de hormigón extendida sobre la marga dura, cuya profundidad se ha obtenido por medio de sondeos en las orillas.

#### PUENTE DEL MATADERO

*Situación.* — Kilómetro 25 + 871.

*Luz.* — 40,40 metros. — Rasante horizontal. — Eje recto.

La línea de Linares á Almería salvó el arroyo metálico por un puente metálico de 40,40 de luz.

Para el desagüe era suficiente un pontón de 5 metros, que era la obra propuesta en el replanteo aprobado, pero como era el mismo paraje se corta en menos de 40 metros dos veces un recodo del camino del Molino de Alonso á la carretera de Jaén, se ha creído lo más económico salvar á la vez el recodo y dicho barranco con el puente propuesto.

La parte de fábrica de la obra es análoga á la del arroyo Lupión, estribos con muros en vuelta y aligeramiento, cimentados en hormigón sobre la arcilla que forma el fondo del barranco. Muros de sostenimiento contienen el terraplén del lado Almería para que no caiga sobre la desviación.

Altura del carril sobre las altas aguas 15 metros, sobre el fondo del arroyo 18 metros.

Las vigas tienen 42 metros de eje á eje de los apoyos.

Son de celosía sencilla con montantes separados 3,500 metros.

Altura de la viga 4,500; piso superior.

Arriostros superior á inferior de barras y celosía y otro vertical correspondiendo á los montantes de las vigas principales. Material empleado el acero coeficiente de resistencia por mm<sup>2</sup> de viga llena; 8,50 kilogramos para las vigas principales y 7,50 para las de piso.

#### VIADUCTO DEL GUADALQUIVIR

*En recta y horizontal.*

*Situación.* — Kilómetro 27 + 172. — Luz, 143,50 metros.

*Altura de las vigas* 4,500. — *Separaciones de los montantes* 3,500.

Tipo, material, coeficientes de resistencia de la parte metálica y de los apoyos iguales á los del Guadalimar.

Diffiere solo en que el agua es muy poco profunda, por lo cual se proyectó para el cimiento un recinto sencillo de pilotes y tablestacas.

A 1,05 metros debajo del estiaje aparece ya una capa de marga dura sobre la cual hay una de terreno detrítico, arena y grava de poco espesor.

Longitud de las vigas. . . . .	{ Tramo central. . . . .	52,50
	{ Dos tramos laterales á. . . . .	45,50

Altura del carril sobre las avenidas, 12 metros; altura del carril sobre el estiaje, 21 metros; altura del carril sobre el fondo del río, 23 metros.

Piso superior.

#### VIADUCTO SOBRE EL ARROYO DE BÉDMAR

de 27 metros de luz en el punto kilómetro 32 + 183,80.

Se había proyectado en el replanteo un puente de 14 metros de luz, pero se prefirió por los mismos motivos que para el de Lupión aumentar su luz hasta 27 metros, colocando la base de los estribos en la línea de las altas aguas.

Altura del carril sobre las altas aguas, unos 12 metros.

Idem id. sobre el estiaje, unos 16 íd.

La rasante es horizontal.

En planta la vía va en curva de 1.000 metros de radio.

Prescindiendo de la altura y de las anteriores diferencias este puente es idéntico al del arroyo Lupión.

#### VIADUCTO DEL JANDULILLA

Cruza la línea este río en el punto kilómetro del replanteo 45 + 076 distante unos tres kilómetros (hacia Almería) de la estación de Jódar.

En el replanteo se proyectó un puente de 25 metros de luz, desague suficiente si se tiene en cuenta que inmediatamente agua arriba sobre la corriente, la carretera del Capellán pasa por un puente de 15 metros de luz.

El estudio definitivo de esta obra ha hecho darle una luz total de 85<sup>m</sup>,50 dividida en tres tramos: uno central de 35,25 y dos laterales iguales de 25,85. Con esto se ha obtenido: 1.º salvar con el tramo central todo el cauce del río aun en sus mayores crecidas. 2.º Alejar el estribo Linares de las orillas movedizas del río, lo bastante para que no peligren los cuartos de cono correspondientes. 3.º En el lado Almería dejar un vano suficiente para el paso inferior del camino desviado de la finca de Iturralde a la carretera del Capellán.

Altura del carril en el (sobre el fondo del río..... 17 metros.  
centro de la obra..... ) sobre las avenidas..... 9 »

La rasante del puente está en rampa de 0 013 subiendo hacia Almería.

En planta las vigas son continuas, formando las de cada dos tramos contiguos un ángulo sensiblemente igual al de la tangente de la curva de 300 metros de radio, que forma la vía sobre toda la extensión del puente.

Las vigas metálicas de celosía ordinaria sencilla van unidas en la parte superior por viguetas y largueros y en la inferior por barras transversales de arriostamiento, unidas entre sí y a las viguetas por dos triangulaciones, una vertical y otra horizontal.

Altura de la vía 2,80. Vigueta 0,500 máximo.

El metal empleado es el hierro. Coeficiente de resistencia 6 kiló metros por milímetro cuadrado de sección.

Estribos con muros en vuelta y aligeramientos.

Pilas de fábrica con paramentos de sillarejo desbastado y aristas de sillería.

### VIADUCTO DEL SALADO

El viaducto sobre el Salado, en la línea de Linares á Almería, está situado entre las estaciones de Quesada y Larva, más allá de Baeza (provincia de Jaén). Es, por muchos conceptos, la obra metálica más importante construida hasta ahora en España. Sus luces de 105 metros son superiores á la del tramo único del puente de Cobas, en el ferrocarril de León á Asturias y Galicia, que no pasa de 97 metros, y es el mayor que existe hoy día. La altura de la rasante sobre el fondo del valle es de unos 110 metros, superior á la de los célebres viaductos de Javroz y Schwarzwasser (Suiza), y á los dos de Oporto sobre el Duero (Portugal), y se acerca mucho á la del viaducto de Garabit, línea de Marvejols á Neussargues (Francia.)

El fondo del valle está compuesto de rocas yesosas, mezcladas en algunos puntos con margas. En la margen derecha se

eleva el cerro de la Cabrita, consistente en bancos de caliza, que quedan separados de la formación yesosa por una falla casi vertical, situada junto al estribo derecho. Este cerro tiene una altura de 100 metros y presenta escarpes verticales de unos 30 metros. El barranco tiene una anchura de 30 metros por termino medio.

El ferrocarril, á la salida del viaducto que nos ocupa, cruza el cerro de la Cabrita por medio de un túnel de 120 metros de longitud.

La obra comprende tres tramos continuos de 105 metros de luz cada uno, que se apoyan sobre dos estribos y dos pilas de fábrica por el intermedio de cajas de rodillos de dilatación con rótulas.

La viga tiene una altura de 10 metros, poco menos de la décima parte de la luz. Es de cabezas rectas y de celosía ordinaria doble, con montantes en todos los cruzamientos de barras. Nada hay que decir respecto á su ancho y á las cargas, que son los que fijan los reglamentos para las vías simples de ancho normal.

El piso está situado algo más abajo de las cabezas superiores de las vigas. Frente á cada montante existe un arriostamiento transversal completo, que, además de la riostra horizontal á la altura de las cabezas inferiores y de las diagonales, lleva otra riostra horizontal intermedia que pasa por la intersección de las diagonales. Para facilitar la vigilancia y el servicio de conservación, se ha establecido, sobre el entramado inferior que constituye el arriostamiento horizontal, una pasadera de un metro de ancho provista de barandillas y escaleras de comunicación con la plataforma principal situada á la altura de la rasante. El arriostamiento horizontal inferior se compone de riostras trasversales frente á los montantes y cruces de San Andrés formadas por las diagonales de los rectángulos, que tienen por lados estas riostras y las cabezas inferiores.

En la margen derecha no ha habido necesidad de hacer estribo; el último tramo se apoya directamente en la roca caliza del cerro de la Cabrita. El estribo de la margen izquierda es de poca altura (unos 8 metros); lleva un aligeramiento inferior formado por un arco de medio punto de 7<sup>m</sup>,50 de luz que sirve para salvar una profunda falla que existe en el terreno, y su unión con el terraplén inmediato se realiza por medio de muros en ala cóncavos en desplomo. La inclinación de los paramentos del estribo es de 0,05.

Las pilas de fábrica tienen una altura de 75<sup>m</sup>,80 entre la coronación y la base del zócalo. Su ancho en la coronación es de 4 metros, y en la base, de 8<sup>m</sup>,24, resultando un talud de 0,028 en la sección transversal. En la sección longitudinal, el talud de los paramentos del frente de la obra es de 0,07. Las alturas aparentes sobre el terreno natural son de 72<sup>m</sup>,50 en la pila izquierda y de 74<sup>m</sup>,55 en la derecha.

Al ejecutar la obra, se ha variado ligeramente el perfil de las pilas para ensancharlas, por medio de retallos situados á diversas alturas, hasta reducir la presión máxima en la base del cimientto á 12 kilogramos por centímetro cuadrado.

La altura total que ha resultado para las pilas, contando los cimientos, viene á ser de unos 90 metros. Se han construido de mampostería caliza trabada con mortero de cal de Teil. Los paramentos son de sillería de la misma piedra caliza tomada también con cal de Teil. Las esquinas son de la misma fábrica que los paramentos, salvo un ligero aumento de labra, reducido á una cinta labrada á cincel que recerca las caras de los sillares de ángulo, con lo cual se destaca perfectamente la línea recta de la arista. Las pilas son de forma piramidal.

A causa de su excesiva altura, ofrecía la construcción de estas pilas dificultades especiales, y era indispensable prescindir de castilletes y andamiajes de madera, que hubieran resultado sumamente costosos. Para evitarlos, se ha recurrido al sistema empleado por primera vez, según creemos, en el viaducto de Souleuvre, cuyos procedimientos de ejecución fueron descritos detalladamente en la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS en un artículo publicado en 1890 (véase página 109 del tomo VIII de la cuarta se-

## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

rie). Consiste en dejar en el centro de la pila un pozo ó chimenea, cuya sección es, en el viaducto del Salado, de  $2^m,00 \times 1^m,25$ , y que comunica con el pie de la pila por medio de una galería que atraviesa la base del apoyo; sus dimensiones son  $2^m,50$  de luz y 3 metros de altura. Por el interior del pozo circulan jaulas análogas á las de los pozos de los túneles ó de las minas, para elevar los materiales y para que puedan subir y bajar los operarios.

El sistema de corrimiento es, en principio, semejante al empleado en el viaducto de Souleuvre, obra que presenta muchas analogías con la del Salado, aunque sus tramos son menores (no pasan sus luces de 62 metros), y la altura es también inferior, pues la pila más alta tiene 70 metros.

El procedimiento se reduce á apoyar los tramos metálicos sobre rodillos montados en rótulas, y en imprimir á estos rodillos, á brazo, un movimiento de rotación por medio de grandes palancas de escape. Puede verse la descripción detallada en el citado artículo de la REVISTA.

Este corrimiento debió tener lugar en el último verano, y en aquella época teníamos pensado ir á presenciarlo, pero dificultades surgidas entre la Empresa constructora y la Compañía concesionaria, dieron lugar á que aquella suspendiese los trabajos, y ésta para no sufrir los perjuicios de una explotación imposible, se resolviera á terminar las obras por su cuenta y á realizar el lanzamiento del tramo metálico. Esta operación presentó graves dificultades, porque no la quieren hacer sino las casas que los construyen; fueron vencidos todos los obstáculos por la Compañía de ferrocarriles del Sur, y una vez terminados los estribos, pilas y tramo metálico, y dispuestos los aparatos de apoyo, ha empezado el corrimiento.

El viaducto del Salado está á 60 kilómetros de Baeza; por las obras importantes que hay en el trayecto y hemos reseñado, se comprende la dificultad que la compañía ha tenido que salvar para hacer su línea, lo cual no ha podido realizar sin el concurso del Estado y el interés que en la construcción de tan importante vía han puesto los Sres. Ministros de Fomento, singularmente los señores Linares Rivas y Navarro Rodrigo.

El éxito obtenido se debe á D. Ivo Bosch, banquero español, hombre de gran iniciativa el cual ha perseverado en su propósito de hacer el ferrocarril de Almería, venciendo cuantos obstáculos se le han presentado, hasta llegar á la próxima realización de su fin.

Entre los compañeros aquí reunidos, se recuerda con gusto que la *Compañía de los Caminos de hierro del Sur de España*, ha sido la que ha dado colocación á mayor número de Ingenieros de Caminos, ya del Cuerpo, ya de los que aún no han ingresado, contándose que de éstos han estado diez en la misma, hasta su ingreso en el servicio del Estado.

Mañana se espera á una Comisión de Profesores de la Escuela de Ingenieros de Caminos y de alumnos de la misma, bastante numerosa, que desea también presenciar la operación del corrimiento del tramo. No puede menos de celebrarse la idea del Director de la Escuela Sr. Inchaurreandieta, de enviar á los alumnos á visitar obras importantes, por ser de gran valía siempre unir las lecciones de la práctica á las teóricas. No en vano decíamos en el número de esta REVISTA de 18 de Agosto último, según creo recordar, que iba nuestra Escuela á seguir nuevos y provechosos derroteros.

Hoy nos hemos reunido en la obra los Ingenieros de Caminos Señores López de Letona, Peironcely, Ortiz de Lanzagorta, Carlos M. Vázquez, Acedo, Moreno Osorio, el Ayudante Sr. Corbacho y los Ingenieros extranjeros Mres. Guerin y Basinski, y los que hemos venido para representar á la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS y el *Madrid Científico*.

La locomotora núm. 1 de la línea lleva el nombre del Presidente del Consejo de Administración, *Figuerola*, y la número 2, *Ivo Bosch*.

La Compañía nos ha obsequiado con espléndido almuerzo. Al final se ha brindado por el éxito de la operación y por los hombres citados en esta carta que, venciendo toda clase de obstáculos, la han llevado á su casi feliz término.

*Corrimiento del tramo.*—Por cada maniobra de las palancas avanza  $0,^m13$ ; se reduce á  $0,^m06$  cuando hay que salvar una cubrejunta que se realiza mediante una cuña como en todos los casos análogos. Cada hora avanza unos 5 metros y unos 30 al día.

Hoy hay tres juegos de palancas en tierra firme y una en el estribo. Los rodillos en éste son ocho bajo cada viga. Esfuerzo que se ejerce con las palancas, unas 25 toneladas.

En el momento que lo hemos visitado (2 tarde) los rodillos más cargados eran los del tercer juego de palancas. Se ha abierto una trinchera especial para el lanzamiento del puente, pues la línea explanada entra en curva en el viaducto. Está toda la viga montada.

Las comprobaciones de la alineación de la viga acusan que el movimiento de ésta se hace sin desviación alguna.

Los gatos hidráulicos de más potencia que hay para auxiliar la operación de rectificar el asiento de los rodillos, son de 250 toneladas cada uno.

Se espera terminar el corrimiento el 15 del corriente.

Hoy el tramo ha pasado unos 15 metros de la primera pila; el extremo del pescante queda á unos 40 metros.

Un poco antes de llegar el tramo á la mitad del espacio, entre la primera y la segunda pila, se montarán las palancas en los rodillos de la primera pila, pues entonces habrá carga suficiente para que surta efecto la potencia aplicada á ellos.

Además de las palancas se imprime el movimiento por medio de un torno situado en el extremo del tramo y piso del puente; sirve de regulador.

Una vez apoyado el extremo del tramo en el estribo Almería, se procederá á bajarlo y sentarlo sobre los rodillos fijos. Tiene que bajar unos  $0,^m40$ ; se tardarán unos 15 días. A fin de Enero estará todo terminado. Esta operación es lenta y difícil, pues sólo se puede bajar cada vez  $0^m,05$ .

La viga está muy bien construída, pues las flechas calculadas para el lanzamiento resultaban de  $0,^m62$  y las efectivas han llegado sólo á  $0^m,42$ .

La operación se lleva perfectamente; se ejerce una vigilancia constante sobre los rodillos para que todos sufran la misma presión y no patinen; se comprueba la alineación; se mide el avance por cada maniobra, etc.

Hemos avanzado hasta el extremo del pescante, desde donde resulta el efecto sorprendente, á 100 metros sobre el cauce, y se aprecia la importancia de esas pilas de fábrica que empuñeñe las dimensiones de los sillares hasta parecer de ladrillo.

Es una obra notable y marcha muy bien, aunque se ha tenido que luchar con la dificultad de la falta de aparatos á propósito para empezarla antes. En 20 días se han traído de Lisboa, de Barcelona, de Vigo, de Bruselas, etc.

Los Ingenieros Sres. Guerin, Basinski, Moreno Osorio y Acedo han estado y están continuamente dirigiendo la operación.

Al principiar el lanzamiento se tuvo que suspender por el vendaval.

Todo hace prever que el éxito coronará la obra y terminamos haciendo votos por ello.

REDACTOR CORRESPONSAL.

\* \* \*



“Almería. Inauguración del ferrocarril”

Manuel Maluquer

*Revista de Obras Públicas* vol. 46-1, nº 1.226,  
marzo de 1899, pp. 107-111



## ALMERIA

## INAUGURACIÓN DEL FERROCARRIL

Baeza 17

De regreso de Almería, y en las horas de que dispongo en esta estación, cabeza de línea, hasta que llegue el expreso de Sevilla que ha de conducirnos á Madrid, voy á procurar poner en orden mis notas de viaje para dar cuenta á los lectores de la REVISTA del importante acto de la inauguración del ferrocarril de Baeza á Almería.

## I

Salimos de Madrid el día 11 en tren especial á las once de la noche, siendo los expedicionarios el señor Subdirector de Obras públicas D. Antonio Sanz y los Sres. D. Ivo Bosch, D. José Cárdenas, D. Bartolomé y D. Pablo Bosch, D. Juan Rózpide, D. Antonio Navarro, D. Rogelio de Inchaurrandieta, D. Eduardo Echegaray, D. Ricardo Ivorra, Director de la Compañía de ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y Alicante Sr. Suss, D. Juan Casinello, D. Leonardo Ortega, Manoach, D. Juan Cervantes, D. Emilio Pérez, Calzado, Luque, Tintoré, Medina Vitores, Baqué, Luca de Tena y corresponsales del *Heraldo de Madrid*, *Español*, *Liberal*, *Correspondencia de España*, *Globo*, *Tiempo*, *Correo*, *Ilustración Española y Americana*, *Imparcial*, *Nacional*, *Epoca*, *Blanco y Negro*, *Madrid Científico*, *Gaceta de los Caminos de Hierro*, *Gaceta de los Caminos de Hierro* (de Portugal) y REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

En Baeza saludamos á nuestros compañeros Sres. Ortiz de Lanzagorta (que llevaba la representación oficial de la División de ferrocarriles de Sevilla), Escobar, Zafra, Valenciano, Peragalo y Barón, Ingenieros mecánicos señores Pons y Faura y Ayudante de la División de ferrocarriles Sr. Quiñones, que se agregaron á los viajeros madrileños.

La locomotora *Ivo Bosch*, artísticamente engalanada, empezó á arrastrar el tren inaugural por la nueva línea á las nueve de la mañana.

Descendimos hasta Torreblascopedro (á 238 metros sobre el mar) para subir luego hasta Quesada (á 519 metros) por rampas de 0,025 de inclinación máxima, siendo las curvas de radio mínimo de 300 metros, dejando atrás las estaciones de Baeza-Begijar, Garciez-Jimena, Jodar y Los Propios, cruzando el Guadalimar, el Lupión, el Matadero, el Guadalquivir, el Bedmar y el Jandulilla, por viaductos de longitudes respectivas de 165 metros, 28, 40, 143, 27 y 85 metros, de que dimos cuenta detallada en el primer número del corriente año. El material empleado es el acero, excepto en el segundo y último que es de hierro.

Con el Sr. Ortiz de Lanzagorta hablamos de las pruebas del puente del Salado verificadas el día anterior, que fueron muy satisfactorias. El tren de prueba se compuso de dos locomotoras de cuatro ejes y 75 toneladas de peso con su tender, dos de tres ejes y 65 toneladas y veinte bateas de seis toneladas de peso cargadas con 12. La temperatura media durante las pruebas fué de 16 grados. Las flechas observadas (orden de los tramos: de Linares á Almería), fueron de 31 milímetros, — 8 y 2 para cada tramo

cargando el primero; de — 7,50, 28 y — 9,75 cargando el segundo; de 2,50, — 7 y 23 cargando el tercero; de 34, — 15 y 37,50 cargando los extremos; de — 5,50, 21 y 28 cargando los dos últimos; y de 23,50, 21,50 y — 6 cargando los dos primeros. La prueba dinámica se hizo con un tren formado por dos máquinas de cuatro y tres ejes y pesos respectivos de 75 y 65 toneladas; y diez bateas con un peso total cada una de 18 toneladas. Las flechas obtenidas oscilaron en cada tramo entre — 7,50 y + 29,50, — 15 y + 28, y — 10,50 y + 30,50. La reacción se produjo á los treinta minutos.

Poco después de las once de la mañana del día 12 llegaba el tren inaugural al estribo izquierdo del viaducto del Salado.

Imponente era el aspecto que presentaban aquellas laderas cubiertas materialmente de gente que no cesaban de lanzar exclamaciones de júbilo. El señor Obispo de Guadix bendijo el puente y pronunció un hermoso discurso sobre las relaciones que existen entre la ciencia y la religión.

Se unieron á la comitiva los invitados de Almería y otras poblaciones de la línea; saludamos á los Ingenieros Sres. Basinski, Cervantes (D. Javier), Moreno Osorio y Acedo y al Ingeniero Diputado á Cortes, Sr. Fernández Arroyo.

Después del espléndido almuerzo de 200 cubiertos con que obsequió la Compañía á los expedicionarios, dióse la orden de partida á las dos de la tarde.

Una solución de continuidad detenía á la locomotora impaciente á la entrada del viaducto. Los últimos dos carriles fueron tendidos; el Subdirector de Obras públicas y D. Ivo Bosch colocaron los últimos tornillos, y entonces, al cerrarse el circuito entre Madrid y Almería, al quedar en aquel instante unidas ambas capitales por lazos de hierro, extraña conmoción rompió el silencio, que presidió á ese solemne acto, en atronadores aplausos y vivas que repercutieron, sin duda, en las entrañas de acero del mismo puente, uniendo sus vibraciones á aquella demostración de alegría. Profundamente impresionado por la importancia que el hecho revestía, al acudir á nuestra mente las dificultades que han debido vencerse para que la provincia de Almería se uniese á sus hermanas, al recordar la perseverancia del hombre de gran iniciativa que arrolló toda clase de obstáculos, el banquero español D. Ivo Bosch, me descubrió con respeto, y apretando con efusión su mano le felicité en nombre de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

Montamos en el tren, avanzó éste sobre el viaducto y no cesaron los aplausos durante todo su recorrido, confundiendo los vivas á D. Ivo Bosch con los vivas á D. Antonio Sanz, que en representación del Ministro de Fomento presidía el acto.

No entraremos en la descripción del viaducto, por haberla publicado en nuestras columnas, con todo detalle, en Febrero, en un artículo redactado por los alumnos de la Escuela de Caminos que visitaron esta obra, del que he oído aquí hablar con elogio, lo que traslado á sus autores.

A la salida del túnel de la margen derecha se unió nuestro tren al que condujo al Salado los invitados de Almería y empezamos á ascender hasta Huelma (á 1.030 metros), después de pasar por las estaciones de Larva, Huesa-Alicun y Cabra del Santo Cristo.

En Larva saludó á D. Ivo Bosch la Junta directiva del Círculo minero y mercantil de Almería, entregándole ejemplares de un número extraordinario de su *Revista*.

Bajamos unos 70 metros, hasta Alamedilla, cruzando el Guadahortuna, por su hermoso viaducto de 619 metros de longitud, 8 tramos de 60 metros, su viga central apoyada sobre pilas metálicas del tipo clásico con charnela de giro sobre basamento de fábrica, cuya obra ha costado cerca de millón y medio de pesetas. Publicó de ella un interesante artículo en estas columnas nuestro distinguido compañero D. Francisco Javier Cervantes el año 1897, creo que por el mes de Septiembre.

Después de remontarnos á 1.118 metros sobre el mar, descendiendo el trazado hasta Fonelas (cota de 811 metros). Entre Alamedilla y Fonelas hay las estaciones de Pedro Martínez, Moreda y Huélago. En rampas no hemos pasado desde el Salado, de la inclinación de 0,020, y en curvas no hemos bajado de 300 metros de radio. Estamos á 133 kilómetros de Baeza (empalme) y á 107 de Almería.

Hemos atravesado las anchas ramblas de Atascadero, Sena y la extraordinaria cortadura del Anchurón, para bajar por un precioso trazado al Fardes (cota citada de 811 metros), que empezamos á remontar por su margen derecha, llegando á la cota de 1.127 metros en Huéneja, á unos 80 kilómetros de Almería. Desde Fonelas pasamos por las estaciones de Benalúa, Guadix y La Calahorra. Las rampas no pasaron de 0,020.

Del trozo de Moreda á Guadix hizo una brillante descripción D. Rogelio de Inchaurrendieta en esta REVISTA, segundo semestre de 1896.

Desde Huéneja empezamos á descender precipitadamente hacia el mar por pendientes de 0,025 y 0,028, entrando en la provincia de Almería, que es en la que mayor entusiasmo hemos visto demostrado. Todas sus estaciones de Fiñana, Abla, Doña María, Nacimiento, Gergal, Fuente Santa, Santa Fe, Gador, Benahadux y Huercal, estaban vistosamente engalanadas con los productos del país, iluminadas con fuegos de bengala, y en medio de los acordes de las orquestas se saludaba al tren inaugural.

Desde Alamedilla á Almería, ó sea en 146 kilómetros, hemos contado 16 túneles, alguno de 416 metros de longitud y en curva, y 24 puentes metálicos, varios de los cuales tienen más de 200 metros de largo, produciendo raro efecto de noche el de Santa Fe, que cruza á considerable altura por cima de la población, cuyas luces se distinguen allá en el fondo de la sima.

Poco después de las doce de la noche entrábamos en la estación de Almería, que nos produjo agradable sorpresa por su bonito estilo arquitectónico apreciado á la luz de numerosos farolillos, á favor de cuyos destellos brillaban con sus reflejos metálicos los azulejos con que está adornada su fachada.

Gran gentío invadía los andenes y todo hacía presagiar que la entrada en la población sería entusiasta.

Los cohetes y los silbidos de la locomotora avisaron á Almería que el tren empezaba á invadir sus calles. Á un lado y otro una muralla humana, en los estribos de los coches mozos con luces de bengala, á vuelo las campanas de la población, aplausos, cohetes y vivas atronando el espacio, el júbilo demostrado en todas las caras, el tren marchando al paso con aire majestuoso, seguro de la sugestión que ocasionaba, arcos de triunfo, esbeltas palmeras cuyas filas se desvanecían á lo lejos, multitud de farolillos de colores, de flores, gran animación..... Jamás hemos presenciado alegría igual de un pueblo en ocasiones análogas.

Detúvose el tren y fueron recibidos los expedicionarios en la escalinata por el Ayuntamiento en corporación con sus maceros al frente y Almería entera se unió á las palabras de bienvenida pronunciadas por el alcalde.

La vía marítima tiene unos 4 kilómetros y atraviesa la población. En toda su longitud hay contracarriles, no habiendo resalto alguno que pudiese producir dificultades á la circulación.

## II

Saludamos en Almería á nuestros compañeros D. Valero Rivera, D. Francisco Montenegro, D. Federico Molini, D. Cayetano Fuentes, D. José Molero Levenfeld, D. Antonio Pérez y D. Práxedes M. Cruz.

Passaré por alto los brillantes festejos celebrados, por salirse su relato de los moldes de un periódico profesional, mencionando únicamente el banquete oficial con que nos obsequió la Compañía del Sur en los salones de sus oficinas. La lista de comensales fué: D. Ivo Bosch, don Antonio Sáenz, D. Pablo Bosch, y los Sres. Manoach, Bainski, Acuña, Ortiz de Lanzagorta, Cónsul de Francia, Presidente de la Audiencia, Tamarit, Luque, Salazar, Coll, Morera, Bassegoda, Lamón, Rueda, Villegas y el que suscribe en representación de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS. De los brindis apuntamos una nota simpática y fué el recuerdo dedicado por D. Ivo Bosch al distinguido Ingeniero D. Rogelio de Inchaurrendieta, de que tan buenos los guardaba la Compañía del Sur, sintiendo que asuntos particulares hubiesen impedido á su antiguo Director llegar á Almería, regresando desde el Salado á Madrid.

## ..

Aprovechamos nuestra estancia en Almería para visitar las obras del puerto acompañando al señor Subdirector de Obras públicas, que dedicó á ello especial atención y que según telegrafía produjeron en él grata impresión los trabajos ejecutados.

Los apuntes tomados sobre el terreno son los que copio á continuación, no haciendo casi más que enviar las hojas de mi cartera, pues el tiempo apremia. Agradezco á nuestros compañeros Sres. Molini y Levenfeld su amabilidad al contestar á las numerosas preguntas que me permití hacerles.

Dos son las obras que se construyen en el puerto de Almería: el dique de Poniente una, y el dique-muelle y andén de costa de Levante la otra.

Ambos diques constituyen las obras de abrigo ó rompeolas, y forman con la costa el puerto de refugio, estando tan adelantadas en su ejecución, que bien puede decirse que ya es un hecho conseguido el albergue ó refugio que proporciona á los barcos el puerto con toda clase de tiempos. Hace unos diez años eran frecuentes los naufragios en la zona de costa comprendida hoy dentro del puerto, dándose el caso de haber tres barcos arrojados á la playa en un mismo día al querer refugiarse en el antiguo y exiguo puerto.

Hoy, se dispone de una zona abrigada de los mares del Poniente (que eran los terribles aquí) de 75 hectáreas que constituye el puerto interior ó puerto propiamente dicho, y de otra zona en el ante-puerto también defendida de

dichos mares de 11 hectáreas, que habrá de ser de 22,50 hectáreas cuando se termine el dique de Poniente. Queda ya defendido el puerto de los mares del Poniente y del Sur por el dique de Poniente; y de los de Levante por el dique de este último nombre. El ante-puerto está defendido de los mares de Poniente por el dique de este nombre; y de los Levante, que son poco temibles á causa de la defensa natural que tiene la rada de Almería en el cabo de Gata, se defiende además por la costa que forma la punta del río Andarax.

Puede, pues, decirse que es hoy ya un hermoso y seguro puerto de refugio de los más importantes del Mediterráneo, según este aspecto, y también si se atiende á su favorable situación en el centro de la costa española de aquel mar ó sea el ángulo SE de ella, y al hermoso calado que ofrece en casi toda su extensión en la que son pequeños los dragados que exige en una zona muy exigua.

El dique de Poniente verdadero rompeolas, y obra fundamental del puerto de refugio, es todo él de escollera de grandes tamaños. No se emplea en el paramento interior el sistema concertado, por lo que, aparte del objeto principal de estas obras, no se podrá utilizar como muelle de atraque y sólo sí como dique de amarre de grandes barcos, á cuyo efecto se colocan norais, siendo el piso del dique de unos 6 metros de ancho.

Su longitud será de unos 2 kilómetros, comprendiendo en ella los 750 metros de la parte vieja ó perteneciente al puerto antiguo. De los 1.300 metros correspondientes á la parte nueva hay 250 completamente terminados, 800 en los que están construídos el núcleo y taludes, faltando el piso y las cortinas y quedan por construir 250 metros.

El presupuesto de esta obra es de siete millones de pesetas: se ejecuta por contrata, con el sobrante de los fondos de arbitrios que ingresan anualmente en las cajas de la Junta de obras del puerto, después de pagar éstas sus atenciones de obras de conservación y de gastos de personal que no tienen importancia. Además se cuenta con una subvención anual del Estado de 150.000 pesetas. Se empezaron en 1881; hay un plazo legal de ejecución de 24 años, pero la empresa constructora lleva los trabajos con la actividad que exigen los ingresos del total de arbitrios en las cajas de la Junta, con lo que en realidad se viene abreviando el plazo de ejecución.

Actualmente se trabaja con gran actividad, habiendo un gran número de obreros en las canteras situadas á unos 2 kilómetros de la obra, y en las que es notable y digno de estudio el acierto con que aquella Empresa ha logrado disponer la explotación más adecuada á la clase de piedra caliza franca de formación lacustre (? de densidad), estratificada y á la clase de obra que exige bloques desde 2 á 7 toneladas: á causa de estas circunstancias y del enorme volumen de escolleras de este tamaño que se debiera extraer, está proscripto el sistema de voladuras, que habría producido un gran desperdicio, y se emplea el de rozas; siendo lo más notable de esta explotación, un sencillo é ingenioso descensor automotor para la comunicación entre los sucesivos planos de ataque ó pisos variables de la cantera y la rasante de la explanada inferior de que parte la vía férrea de transporte de los bloques al dique.

Este descensor ha llegado á recorrer una altura de 50 metros, y la que hoy recorre es de unos 28 metros.

Ante el ofrecimiento, que agradecemos, del Ingeniero de la Empresa, nuestro querido compañero Sr. Molero Levenfeld, de escribir un artículo para esta REVISTA, hacemos caso omiso de los datos que tomamos de la máquina reguladora de dicho descensor.

El dique de Levante, que es rompeolas de escollera por su parte exterior y muro de atraque con paramentos verticales por su parte interior, tiene 45 metros de ancho en la parte que constituye el muelle; su longitud es de 400 metros, que se debe sumar á la de 300 metros de que se dispone en el andén de costa contiguo y normal á dicho muelle para obtener el total de línea de atraque de 700 metros, que en algún tiempo será suficiente para el tráfico probable del puerto, si como se propone la Junta se hace la explotación intensísima de estos muelles con vías férreas y aparatos de trasbordos rápidos, económicos y directos entre vagones y barcos.

El presupuesto de esta obra es de 2.700.000 pesetas y está casi terminada; pero, habiendo ocurrido pequeñas averías en el muro del muelle y del morro, que tiene 10,50 metros de altura de la que ocupan 7,50 metros cinco hileras de sillares artificiales de 20 toneladas cada una, en la parte cimentada, con arreglo al proyecto, sobre escollera de pequeño tamaño que insiste en terreno fangoso, no podrá terminarse la obra hasta que sea aprobado por el Gobierno el proyecto que se está redactando de las obras necesarias para evitar el uso peligroso del muelle, á causa del peso de las sobre cargas accidentales, en algún tramo de poca longitud, en el que se nota alguna deformación, hasta ahora felizmente de pequeña entidad; si bien de la misma índole de las muy numerosas que han ocurrido en obras de muelles recientes en algunos de nuestros puertos y en muchos de los extranjeros. Los asientos desiguales del terreno y de la plataforma de escollera, no han determinado movimientos y deformaciones tales en la obra, que no permitan esperar que salvo en un pequeño tramo de unos 50 metros de longitud no pueda consolidarse aquélla con pequeño desembolso y en poco tiempo, sin que tampoco tengan excesiva importancia las obras de reparación de dicho tramo.

Aprobado que sea el proyecto de estas obras de reparación, el Director facultativo de las obras del puerto propondrá á la Junta que recabe de la Superioridad la autorización necesaria para explotar provisionalmente una parte de estas obras, mientras se termina la otra, trayendo después á ésta dicha explotación para terminar aquella parte.

De este modo, y en el espacio de unos seis meses, á partir de la fecha, cambiará por completo el actual sistema de explotación del puerto antiguo, empezando ya á implantar los procedimientos modernos de carga y descarga, aun sin haber terminado el puerto de refugio y antes de empezar las grandes obras complementarias interinas que deben llevarse á cabo para ir haciendo el puerto comercial.

Actualmente no se dispone sino de los 750 metros de muelle que ofrece el origen del dique de Poniente y de 100 metros del andén de costa contiguo; y como á estos dos muelles no pueden atracar los barcos, que forzosamente han de quedar á 12 metros de distancia de la arista del muelle, á causa del talud interior de escollera de estos antiquísimos muelles; siendo, además, muy estrechos éstos,

el tráfico se hace con extraordinaria dificultad, no siendo lógico apelar á las costosas instalaciones de aparatos transbordadores que, como los Temperley, evitarían algunos de estos inconvenientes, puesto que dentro de poco tiempo se podrá utilizar la obra de Levante, á no ser que por circunstancias imprevistas se alargue demasiado la época en que esta última se pueda explotar provisionalmente.

Si como complemento de esta obra de Levante la Superioridad otorga á la Junta la construcción, que ésta ha de pedir, de una traviesa ó muelle-espigón saliente en el andén de costa de Levante, que á su vez forme dársena en esta parte del puerto, se evitarán las molestias para las operaciones de carga y descarga á que estarán sometidos los barcos trabajando excesivamente sobre sus amarras en los días de fuertes ponientes, en los que sin que pueda nunca penetrar la marejada exterior, se engendra algún oleaje en el interior de la bahía, á causa de la mucha extensión de ésta y de la intensidad del viento, dando lugar al escarceo que se forma entre el muelle y el andén de costa.

Y, de este modo, quedará el puerto de Almería, dentro del espacio de un año, en las mejores condiciones apetecibles, no sólo como puerto de refugio, en que ya hoy se encuentra, si que, además, como puerto comercial, cual exige el rápido desenvolvimiento del tráfico que ya se viene iniciando conforme han adelantado las obras del puerto y al haberse terminado el ferrocarril de Linares á Almería, al extremo de que, no contando con el embarque de mineral de hierro que la Compañía de Sierra-Alhambilla hace fuera del puerto y en sus inmediaciones, se ha triplicado casi la cifra de importación y exportación en estos tres últimos años, habiéndose embarcado el último año 100.000 toneladas de mineral, cuya exportación ha empezado desde hace esos mismos tres años.

El tráfico, que en el último año no ha sido más que de 300.000 toneladas, será de 500.000, seguramente, dentro de tres, y seguirá, en proporción ascendente, hasta llegar, en breve, á las 800.000 toneladas anuales de total importación y exportación, particularmente de mineral de hierro, espartos y frutas en lo relativo á exportación, y carbones, maderas, harinas, vinos y mercancías de industrias auxiliares del cultivo de las uvas de embarque en lo referente á la importación.

\*\*\*

Durante nuestra estancia en Almería, trabamos conocimiento con el opulento capitalista D. Joaquín Acuña, uno de los almerienses más entusiastas de la prosperidad de su país, quien nos enteró de la riqueza de la provincia, consistente en uvas, azufre, hierro y esparto que produce pingües rendimientos; Inglaterra es la principal consumidora, reexportando las primeras á sus colonias.

Nos habló de sus planes de nuevas combinaciones de barcos para el transporte de frutas y minerales, contribuyendo con su actividad á alentar la que se ha desarrollado en todos con la inauguración del ferrocarril, que constituye una fecha notable en la vida de Almería.

Nuestro compañero D. Francisco Javier Cervantes está terminando su proyecto de alcantarillado, que será una gran mejora para la ciudad; tuvo la amabilidad de enseñarnos los planos y cálculos del mismo, que están escri-

pulosamente desarrollados y muy bien entendido el plan general. Conseguimos de él la promesa, que agradecerán nuestros lectores, de que en cuanto lo termine honrará nuestras columnas con tan interesante estudio, y desde luego hacemos votos porque el Ayuntamiento emprenda tan necesarias obras, á que se ve ya impulsado por el progreso.

Almería será, sin duda, por su clima y por sus condiciones, una estación invernal que recibirá gran número de forasteros, y debe prepararse para su nueva era. Una de las reformas indispensables es, sin duda alguna, la de su alcantarillado.

Ingenieros que como Javier Cervantes, después del trabajo rudo de la construcción del ferrocarril, encuentran todavía tiempo para dedicarse á nuevos proyectos y trabajos, siendo ejemplo de loable actividad, merecen nuestro aplauso y el de su país; no en vano es su nombre por todos conocido en Almería, y ostenta ya el joven Ingeniero una condecoración por sus servicios.

Conversamos también en esos días con D. Ivo Bosch, sobre sus planes de ferrocarriles, en esa región, y podemos augurar á ésta nuevos días de felicidad.

No terminaremos sin dedicar un recuerdo á los demás Ingenieros de la Compañía, Sres. Manoach, Basinski, Moreno Osorio y Acedo y todos los compañeros de Almería, que tan cariñosamente nos recibieron.

El día antes de nuestra partida salió para la Corte el Sr. Suss, inteligente Director de la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y á Alicante, D. Bartolomé Bosch y otros; y D. Eduardo Echegaray, D. Ricardo Ivorra y personal de la Intervención que se proponían girar detenida visita á las estaciones de la línea aprovechando distintos trenes.

### III

Ayer 16 (pues es ya la una y media de la madrugada) salimos en tren especial de Almería á las dos de la tarde. D. Ivo Bosch, y demás individuos del Consejo, Ingenieros, representantes de la prensa, Autoridades y personas principales de la población despidieron en los andenes al Subdirector de Obras públicas, y los que le acompañábamos nos despedimos á nuestra vez de todos ellos, quedando grato recuerdo en nuestro ánimo de la expedición á Almería.

En este viaje de regreso pudimos apreciar con luz de día la última sección de la línea, admirar sus obras y convencernos de lo bien sentado de la vía al recorrer á grandes velocidades varios de sus tramos.

Vimos las obras de los ramales de Gergal al pueblo, y de la Calahorra á Alquife, y al pasar por Moreda nos enseñaron la dirección de la nueva vía de este punto á Granada, que tendrá unos 52 kilómetros, y cuya ejecución depende de la modificación del replanteo. Hicimos votos para que en breve plazo podamos recorrer con la locomotora este trayecto, obra que con tanta razón esperan los granadinos.

En Huénejar la Compañía Porman tiene establecido un tranvía aéreo minero de unos 4 kilómetros de longitud y en distintos puntos en general se ve todo renacer á nueva vida, esperando el mineral ser conducido al nuevo medio de transporte.

En las estaciones del tránsito hablamos con la gente del país sobre sus deseos para desarrollar su riqueza, y consignaremos como una de las más importantes la aspiración muy justa de los vecinos de Ubeda. La Loma de Ubeda es muy rica en aceite, cereales, maderas, esparto y minerales; podrán cargar diariamente unos siete vagones de mercancías y sería una lástima no se les atendiera. El desnivel que hay que salvar es de unos 100 metros, y la longitud del ramal sería de unos 13 kilómetros partiendo de la estación de Jodar; claro que podrían conseguirse más suaves pendientes partiendo de un punto más próximo á Baeza. Según noticias que recogí, hay algún proyecto desde Baeza con un presupuesto de un millón de pesetas, y se habla también de un proyecto de tranvia eléctrico. Estuvo una comisión á hablar sobre el asunto á D. Ivo Bosch y encontró en éste favorable acogida, mas encareció la necesidad, muy natural por cierto, de que se asocien los interesados para facilitar toda clase de ayuda directa ó indirecta. Difícil, quizá, sea esto al principio, pero con el aliciente del nuevo ferrocarril no dudamos conseguirá el país interesado la asociación de esfuerzos que se necesita, pues no todo debe esperarse de la iniciativa particular en asuntos de tan vital interés para una co-

marca. Si lo comprenden así los habitantes de la Loma de Ubeda y se hace una activa campaña, podrá conseguir auxilio del Gobierno, y patrocinada la idea por D. Ivo Bosch, como lo ha sido ya, llegará á feliz resultado. Por nuestra parte, ayudaremos desde estas columnas cuanto podamos al éxito de la idea, por más que cuenta con entusiastas defensores como nuestro querido compañero en la prensa D. Blas Aguilar, hijo del país, que le eligió para representarle en Cortes.

La sección de Linares á Baeza es también esperada con impaciencia en esa comarca minera.

El expreso de Sevilla entra ya en agujas y termino, agradeciendo á la Compañía del Sur sus atenciones hacia esta REVISTA, al señor Subdirector de Obras públicas la suya en darnos hospedaje en el break (que nos ha proporcionado ocasión de oír discretos consejos sobre asuntos de nuestro Cuerpo), dirigiendo desde aquí un saludo al señor Ministro de Fomento y señor Director general de Obras públicas en día tan solemne para éstas, y haciendo votos por la prosperidad de la nueva línea y sus ramales que abracen con red de hierro á la comarca, que en cauces de oro se convertirán sin duda.

MANUEL MALUQUER.





“La nueva vía de los Ferrocarriles Andaluces”

E[duardo] Navarro Beltrán

*Revista de Obras Públicas* vol. 48-I, nº 1.337,  
mayo de 1901, pp. 167-170



## LA NUEVA VÍA DE LOS FERROCARRILES ANDALUCES

Con verdadera satisfacción tomo la pluma para informar á los lectores de la REVISTA de una interesante innovación en el sistema de enlaces de la vía Vignole, ensayada de seis años á esta parte en Francia con éxito satisfactorio por varias Compañías y que se trata ahora de emplear en gran escala en España. La iniciativa es debida á la Compañía de Ferrocarriles Andaluces.

Diré dos palabras de los antecedentes del sistema.

En Francia se empleaban, para asentar la vía, buenas traviesas del Báltico, con resultados aceptables. A consecuencia de la elevación de los derechos de arancel y consiguiente encarecimiento de las maderas extranjeras, pensóse en utilizar la madera nacional de pino, principalmente de los bosques de las Landas, que pueden suministrarla en abundancia y barata. Pero estas traviesas adolecían del grave defecto, por el cual no se habían empleado antes, de ser fácilmente destructibles en la parte atacada por la clavazón y de su poca resistencia, no resultando la vía con la solidez necesaria para poder lanzar con la debida confianza los trenes á las velocidades que allí han llegado á alcanzarse. Así, á pesar de la abundancia y baratura de la madera nacional, las Compañías encontraban dificultades serias para proveerse de traviesas aceptables, no pudiendo tampoco emplear las traviesas de maderas duras, no obstante su mucha mayor resistencia y duración, por el excesivo coste de las mismas.

Como de costumbre ocurre en casos análogos, se recurrió, con más ó menos éxito, á diversos procedimientos para orillar tales dificultades, siendo uno de ellos el empleado por la Compañía París-Lyon-Mediterráneo de poner traviesas de madera dura en las curvas y de madera blanda en las rectas.

Pero ninguno de estos medios atacaba la cuestión en su terreno, y no se ha considerado resuelta hasta que la ingeniosa y sencilla invención de M. Albert Collet ha dado una solución racional, de previsiones confirmadas hasta ahora por la práctica.

Propúsose Albert Collet conseguir en la traviesa blanda la misma sujeción para el carril que en la dura; aumento de duración y mantener el precio reducido, de modo que la solución resultara, á la vez que técnica, económica.

Para lograrlo ha hecho lo siguiente: en el lugar en que deberá introducirse cada tirafondo en la traviesa, perfora ésta y coloca en el agujero, labrado á rosca, un taco de madera dura, un verdadero husillo que denomina *trenail*, con un taladro longitudinal en el que luego ha de alojarse el tirafondo. La superficie de contacto de la traviesa con el taco, elemento intermedio de la clavazón, es enormemente mayor que lo sería con el tirafondo, de modo que para un mismo esfuerzo por unidad superficial, la resistencia que opone la traviesa al arranque del husillo es muchísimo mayor que la que opondría el tirafondo, de modo que para acrecer en la misma medida la sujeción del carril, basta que el *trenail* retenga al tirafondo con la misma resistencia que la traviesa le retiene á él. Con este fin ha sido necesario modifi-

car el fileteado de los tirafondos aumentando el paso de rosca y haciendo que la cara superior del filete tienda á ser normal al eje. De este modo la madera no trabaja en malas condiciones por la pequeñez del paso de rosca, y la introducción del tirafondo es más cómoda y rápida, facilitándose el establecimiento y conservación de la vía. Los husillos llevan en la parte inferior un pequeño zuncho para aumentar su solidez.

Dimensiones de los husillos ó *trenails*:

Diámetro	} en la cabeza.....	53 milímetros.
		} en el pie.....
	Saliente del filete.....	5
	Paso de rosca.....	15

Los tirafondos tienen 19 á 20 mm. de diámetro en la cabeza. Luego daré detalles del fileteado. Las dimensiones relativas de husillos y tirafondos están muy bien estudiadas, puesto que en muchos de los ensayos practicados para medir la resistencia al arranque han cedido simultáneamente unos y otros.

A continuación inserto un cuadro con el resumen de una serie de estas experiencias practicadas por la Compañía París-Lyon-Mediterráneo, empleando en las mismas traviesas el tirafondo antiguo y el sistema Collet:

REFERENCIA	PINO DE LAS LANDAS 55 experiencias.			PINO DEL BÁLTICO 25 experiencias.		
	Media.	Máximo.	Mínimo.	Media.	Máximo.	Mínimo.
	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.	Kg.
Sin husillo.....	3.587	4.800	2.400	3.290	4.400	2.050
Con husillo.....	4.625	6.450	3.300	4.446	5.400	3.275
Aumento absoluto.....	1.038	—	—	1.246	—	—
Ídem proporcional.....	29 %	—	—	39 %	—	—

Los ensayos practicados por la Compañía de Ferrocarriles Andaluces con traviesas nuevas de pino de las Landas y del Segura, han confirmado plenamente lo consignado en el cuadro anterior.

Dichas traviesas estaban inyectadas con sulfato de cobre ó con creosota.

El resultado de los experimentos hechos con traviesas viejas (seis á ocho años de servicio), ha sido aún más notable, habiéndose obtenido aumentos proporcionales de 33 por 100 para el haya, 62 por 100 para el roble y 80 por 100 para el pino. Los aumentos absolutos han sido por orden decreciente del pino, al roble, al haya, y las resistencias absolutas por el orden haya, roble y pino.

Los Ferrocarriles Andaluces han ensayado también las escarpas (que es lo que emplean en la actualidad), con y sin *trenail*, y las resistencias al arranque no han excedido en uno y otro

caso de 1.000 y 1.250 kilogramos respectivamente, habiéndose notado que en los frecuentes casos en que el *trenail* se hiende al meter la escarpia, la resistencia es mucho menor que clavándola directamente en la traviesa.

Aparte la mayor resistencia, se atribuyen varias ventajas al sistema Collet.

No penetrar el agua entre la traviesa y el tirafondo ó escarpia á poco que la clavazón se afloje, siendo causa de que aquélla se pudra por los agujeros.

Aumentada la resistencia y duración de las maderas blandas, pueden emplearse éstas con importantes ventajas económicas, pues el sobreprecio del sistema, que es alrededor de un franco por traviesa, queda compensado con exceso.

El carril se apoya sobre las cabezas duras de los husillos y la traviesa se aplasta menos por el paso de los trenes.

A causa de lo caro de la creosota, la tendencia es á inyectar con sulfato de cobre. El husillo impide el contacto del tirafondo con la sal cúprica y que éste se estropee.

No he de meterme á discutir y aquilatar las bondades técnicas de este sistema, aplicado á España. Tengo entendido, que en su Memoria dando cuenta de los trabajos del último Congreso de ferrocarriles, ha de tratar esta cuestión la Representación española, y á su mayor pericia lo dejo. Sólo consignaré mis simpatías por esta ingeniosa idea, y que el sistema ha sido en Francia adoptado definitivamente por la Compañía Paris-Lyon-Mediterráneo, aceptado por las del Norte, del Oeste, del Este, de Orleans, Administración de los Caminos de hierro del Esta-

do, varias Compañías secundarias y algunas de otras naciones.

Mr. Collet ha creado un herramental especial y los patrones necesarios para construir é instalar con rapidez y exactitud su sistema de vía.

El atornillado del husillo á la traviesa se facilita untándole con plombagina, y la parte sobrante de madera se corta al ras de la traviesa.

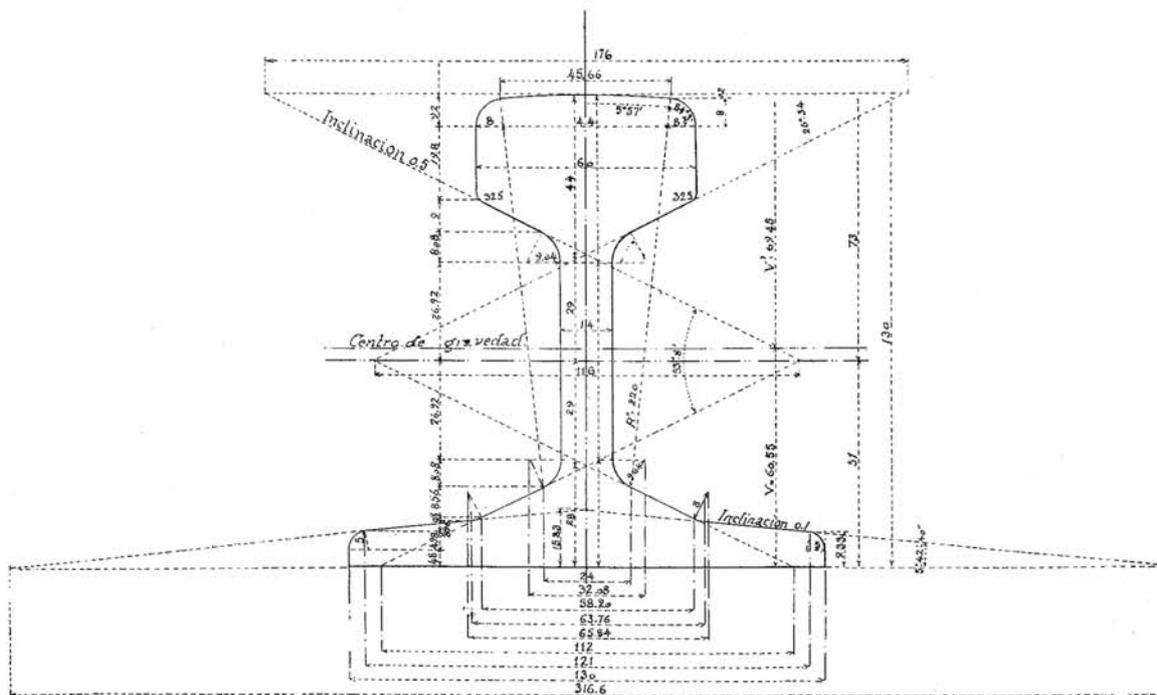
Para completar esta reseña voy á dar una sucinta descripción de los elementos típicos de la nueva vía que trata de establecer la Compañía de Ferrocarriles Andaluces.

En aquella red hay que considerar por separado la línea de Córdoba á Bélmez y las demás. En éstas, se satisfacen las condiciones de la vía normal española en ancho y en trazado. En aquélla, aunque el ancho es el mismo, debido á haberse supeditado á la baratura de la construcción todas las demás condiciones, su perfil y su planta son tales, que la constituyen en excepción haciéndola inclasificable.

Actualmente se emplea en toda la red carril de 30 kg. clavado con escarpas. En la reforma se conserva este tipo de carril en todas las líneas, menos en la de Bélmez, donde por el mucho tráfico y lo forzado de sus alineaciones y pendientes, ha parecido necesario aumentar el peso del carril hasta 39 kg. La adopción del sistema Collet va á ser medida general, y lo mismo que en esta parte de la vía, en lo relativo á bridas, pernos, placas de sujeción, etc., las disposiciones serán iguales en todas, salvo las mayores dimensiones en la de Bélmez. Así, pues, detallaré ésta de preferencia por ser la más robusta.

Fig. 1.ª

Perfil del carril.



La sección normal del carril se representa en la figura 1, minuciosamente acotada, y sus características son las siguientes:

Peso medio por metro lineal.....	29 kg.
Longitudes normales de los carriles.....	{ 12,000 m. 11,880

Peso del carril. {	de 12 metros.....	468,000 kg.
	de 11,88 id.....	463,320
Area de la sección.....		0,004997 m. <sup>2</sup>
Momento de inercia.....		0,000011408
Valor de $\frac{I}{n}$ con relación {	á la cabeza...	0,000188
	al patín.....	0,000121

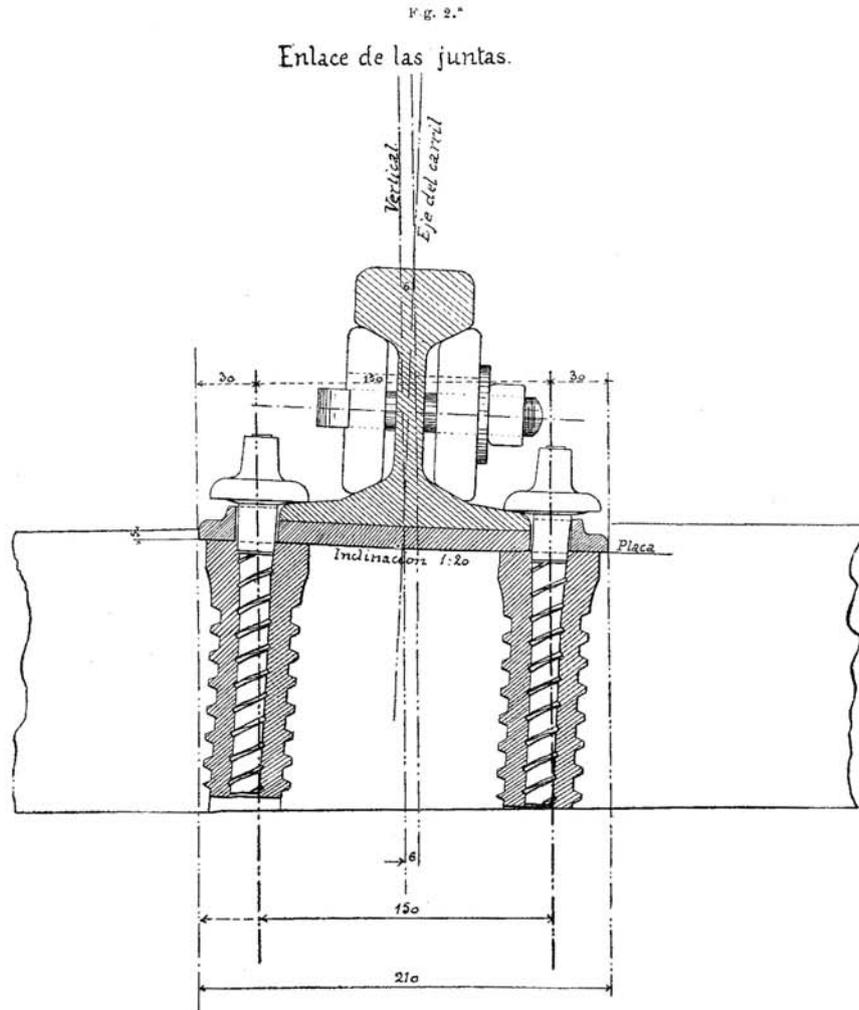
## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

Las juntas van sobre las traviesas; cada carril se apoya sobre 16 de éstas, y para reforzar el enlace van placas de apoyo y sujeción en las juntas, y otras dos intermedias por cada carril.

La distribución de traviesas se hace con arreglo á las siguientes distancias entre cada dos consecutivas, de eje á eje, contando desde un extremo: metros 0,606; 0,80; 0,825; 0,825; 0,825;

ahora una placa de sujeción, en seguida las distancias hasta llegar á la otra placa son 0,85 metros, y se repiten simétricamente el primer tramo. Las distancias entre los extremos y las placas intermedias son de 3,875 metros, y la distancia entre éstas 4,25 metros.

La disposición en las juntas, representada en la figura 2 es



distinta de la adoptada en las placas intermedias. Estas y las extremas difieren como se ve (figura 3) esencialmente. Las placas extremas son planas, con entalladuras para recibir el patín del carril y atravesadas por cuatro tirafondos, que sujetan dos á dos cada cabeza de carril. Las bridas para enlazar éstos entre sí no difieren esencialmente de las empleadas ahora, y los pernos que unen éstas tampoco presentan nada de notable; su cabeza es casi un semicilindro de revolución de eje perpendicular al de la espiga, y tienen la tuerca cuadrada.

En cuanto á las intermedias, su disposición se aprecia con toda claridad en la figura 3. Como se ve, se asegura con tres tirafondos á la traviesa, dos por la parte interior de la vía y el tercero á la parte afuera, y su unión con el carril se hace con un perno de 20 mm. de diámetro. Estas placas dan una gran robustez á la vía, especialmente en las curvas.

Para las arandelas se ha adoptado el sistema Grower.

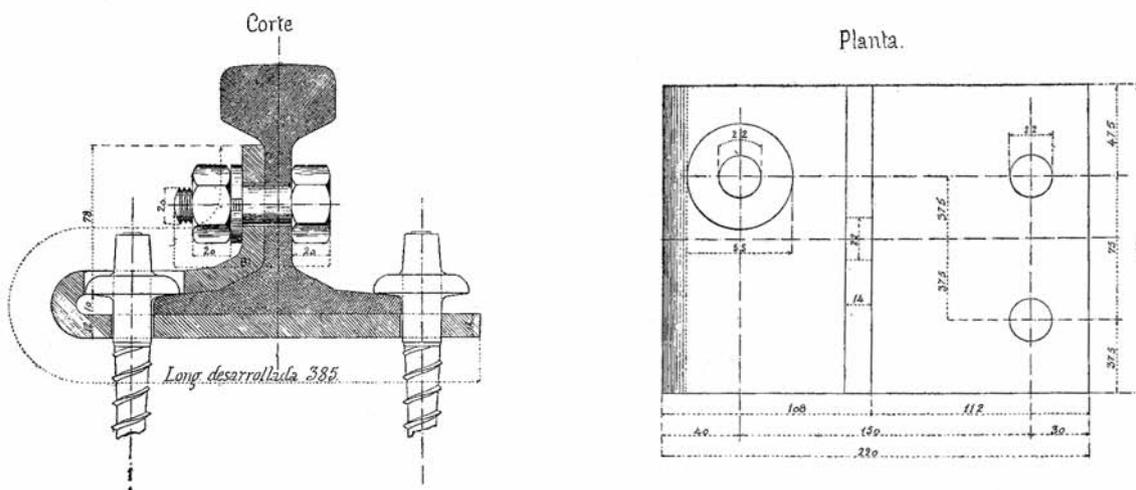
Las dimensiones de los husillos son las mismas consignadas más arriba, y en cuanto á los tirafondos, su diámetro en la parte superior es de 19 mm., y en la figura 4 puede examinarse el detalle del fileteado.

Todo el metal empleado, tanto en los carriles como en los accesorios, será acero, preparado, sea por el procedimiento Bessemer, sea por el Martín Siemens, pero que habrá de reunir las siguientes cualidades:

Grano fino; dulce que no rompa en frío ni se endurezca sensiblemente por el temple; resistencia sin alargamiento permanente de 22 kilogramos; carga de rotura superior á 45 kilogramos con alargamiento de 18 por 100.

De modo que será un buen metal.

Termino deseando á la Compañía de Ferrocarriles Andaluces que el costoso sacrificio que se va á imponer con laudable ini-



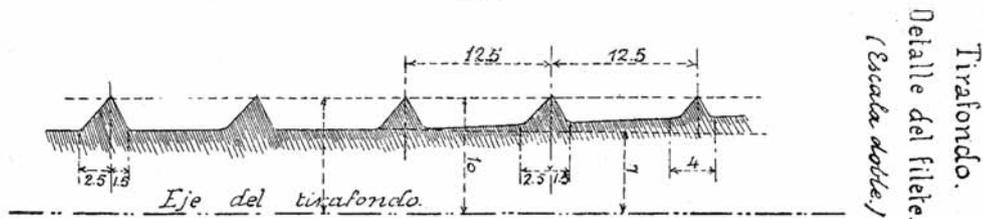
ciativa, le reporte un brillante éxito, tanto técnico, como económico.

La misma Compañía tiene hecho ya un importante pedido de vagones capaces de cargar 15 toneladas, de los cuales ya ha

puesto algunos en servicio, y de hermosas locomotoras de 67 toneladas, para las que está construyendo una magnífica rotonda en Cercadilla. Otro día me ocuparé de este material móvil.

E. NAVARRO BELTRÁN.

Fig. 4.º



“La comunicación más directa y rápida entre  
Europa y África”

Carlos Fesser

*Revista de Obras Públicas* vol. 67-I, nº 2.286,  
julio de 1919, pp. 341-342



## La comunicación más directa y rápida entre Europa y África.

Recientemente ha publicado esta Revista la conferencia dada en el Instituto de Ingenieros Civiles por nuestro compañero don Enrique Morales acerca de «La gran red de ferrocarriles africanos y necesidad de completar la nuestra con líneas directas». La hemos leído con el interés que merecen lo sugestivo del tema y la competencia del conferenciante, lamentando no haberla podido escuchar de sus propios labios.

El estudio del Sr. Morales es completísimo; demuestra un conocimiento poco común de los problemas que plantea y se llega en él a la consecuencia primordial de la necesidad de establecer *la más directa y rápida comunicación entre Europa y África*.

No vamos a discutir la existencia de tal necesidad porque el examen de los argumentos que pueden aducirse en uno y otro sentido nos llevaría demasiado lejos. Dando por sentado que sea urgente el establecimiento de esa comunicación, vamos a exponer algunas observaciones que nos sugiere la determinación del trazado que debe seguir el ferrocarril que realice el objeto propuesto.

Publica el Sr. Morales un cuadro comparativo de las horas de viaje invertidas entre la frontera francesa y Argénciras por los ferrocarriles actuales, y las que bastarían para el mismo recorrido con la construcción del ferrocarril eléctrico directo, descomponiendo la línea en las dos secciones Frontera-Madrid y Madrid-Algeciras.

Prescindimos de lo que a esta última se refiere, puesto que no existe aún el anteproyecto, que está en cambio redactado para la sección Madrid-Frontera, y vamos a ocuparnos de lo que a ésta se refiere.

Resulta del mencionado cuadro comparativo que, por la actual línea del Norte se invierten entre Madrid y la frontera francesa catorce horas dieciséis minutos, con velocidad media de 44,5 kilómetros por hora, y, aunque para nuestro objeto no tenemos inconveniente en aceptar esos números, hemos de consignar que el tren rápido núm. 9 hace el recorrido en once horas cincuenta y un minutos, a la velocidad media por hora de 52,73 kilómetros.

En dicho cuadro se supone que el recorrido por la nueva línea se hará en siete horas con velocidad media de 62,8 kilómetros.

Pero al establecer una comparación es indispensable colocar en iguales condiciones a los dos términos de la misma, y en este caso es necesario que supongamos electrificada la tracción en la línea del Norte, como lo estará en el ferrocarril directo que se proyecta y que se calculen las velocidades que en la primera podrían en tal caso desarrollarse.

Hemos tenido la paciencia de estudiar el perfil de la línea de Madrid a Irún por Avila rasante por rasante y su trazado en planta alineación por alineación y hemos aplicado a cada trozo de línea según su inclinación y según su curvatura, cuidando de sumar los efectos de ambas características, la velocidad que le debe corresponder con tracción eléctrica con datos tomados del anteproyecto del directo.

Hacemos gracia a los lectores de los laboriosos estados numéricos que hemos formado porque su extensión y su aridez no encajan en los límites de estas líneas, pero los tenemos a la disposición de todos, y consignaremos únicamente el resultado obtenido, que ha sido para nosotros una verdadera sorpresa, como lo será indudablemente para cualquiera.

Los 641,089 kilómetros que, según el perfil de la Compañía, tiene la línea entre Madrid y el eje del puente internacional sobre el Bidasoa, pueden recorrerse en *siete horas y cincuenta y cuatro minutos*, con velocidad media de *81 kilómetros por hora*, teniendo en cuenta las paradas en las estaciones de Avila, Medina del Campo, Valladolid, Venta de Baños, Burgos, Miranda, Vitoria, Alsasua y San Sebastián.

Resulta, pues, que la diferencia del tiempo invertido por un tren rápido con respecto al proyecto que hoy se estudia es solamente de *cincuenta y cuatro minutos* entre Madrid y la frontera, gracias a las excelentes condiciones del perfil de la línea actual.

Queda por examinar lo que ocurre entre la frontera y Dax, punto donde la nueva línea ha de enlazarse con la red francesa para acortar el viaje a París. Entre el puerto de Urriaga, donde el directo cruzaría el Pirineo, y Dax hay 107 kilómetros que el directo recorrerá, según el anteproyecto, con velocidad de 65 kilómetros, empleando, por consiguiente, una hora y treinta y nueve minutos, mientras que el terreno favorable que a raviea la línea del Midí entre Irún y Dax (89 kilómetros), puede permitir con tracción eléctrica velocidades superiores a 80 kilómetros. Quedándonos prudentemente en esta cifra nos encontramos con que de Irún a Dax se iría en *una hora y cinco minutos*.

Por lo tanto, entre Madrid y Dax hay, por las líneas actuales electrificadas, *ocho horas y cincuenta y nueve minutos* y por el nuevo trazado *ocho horas y treinta y nueve minutos*, con la diferencia insignificante de *veinte minutos*.

Habla también el Sr. Morales en su conferencia de la necesidad de construir las líneas de distancia mínima entre Madrid y los puertos de Vigo, Valencia y Santander, y sabido es de todos que el trazado de esta última, el llamado *del meridiano*, sigue el itinerario Madrid Somosierra-Burgos-Santander, y reducirá la distancia de Madrid a Burgos, que hoy es de 369,611 kilómetros a 260, cuando más, y eso con débiles pendientes y curvas de amplitud suficiente para el desarrollo de grandes velocidades, aun cuando, con mayor tolerancia en el perfil, pudiera quedar reducida a 235 kilómetros.

La construcción de este ferrocarril implica, por consiguiente, el acortamiento de 110 kilómetros en la distancia Madrid Dax y electrificada la tracción entre Madrid y Burgos, podría hacerse el recorrido con velocidad de 80 kilómetros en *siete horas y cincuenta y cinco minutos*. Cerca de una hora de economía con relación al proyecto por Soria, Pamplona y el puerto de Urriaga.

Parece, según esto, que cabe construir un directo, *más directo* que el que se planea y debe tenerse en cuenta esta posibilidad porque un error en cuestión tan fundamental sería funesto, y, como dice muy bien el Sr. Morales «vendrían otros, que se llamarían una empresa ó una potencia, y construirían la verdadera línea directa. ¿Qué habríamos conseguido entonces? Perder nuestro tiempo y dinero y quedar en el ridículo de ineptos ó de improvisadores».

CARLOS FESSER,  
Ingeniero de Caminos.



“Un trazado ultra-rápido para el París-Algeciras”

Luis R[odríguez] Arango

*Revista de Obras Públicas* vol. 68-I, nº 2.355,  
noviembre de 1920, pp. 543-545



## Un trazado ultra-rápido para el París-Algeciras.

De tiempo en tiempo la Prensa diaria viene fantaseando sobre este ferrocarril en sus relaciones con los de Europa, Africa y América, soñando con proyectos que estima colosales y grandiosos.

Nosotros también, un poco románticos, hemos soñado con proyectos magníficos, y aunque durante los sueños nos hemos guiado constantemente por la técnica ferroviaria, dudamos mucho antes de lanzar la idea que exponemos a la publicidad, pues si bien es realizable y más conveniente a la Patria que el *tranvía eléctrico* Madrid-Soria-Alduides nos parece atrevida y de difícil ejecución por el gran número de capitales que para ello es necesario movilizar.

Un gran ferrocarril, con las miras grandiosas que se preveen para el París-Algeciras, de servir un lazo de unión para tres continentes y absorber su tráfico, deberá tener las siguientes características:

Inclinaciones máximas de 5 milésimas (no hay que olvidar que en la línea de Burdeos a París se considera excesiva la rampa de Etampes y sólo tiene 8 milésimas), curvas mínimas de 2.000 metros de radio y por excepción de 1.000. Material completamente metálico y montado sobre carretones. Vagones de 50 toneladas, gálibo igual al actual con vía española para conseguir mayor estabilidad y capacidad y, por tanto, velocidad de transporte. Doble vía en todo el recorrido; calzada completamente cerrada sin ninguna servidumbre a nivel de otro ferrocarril, camino o carretera. Ni siquiera sería aceptable la unión directa por medio de cambios de una de las vías por la otra. En las estaciones se impondría la condición de un enlace superior o inferior a una de ellas para unir sus ramificaciones. Todos los trenes de viajeros y de mercancías dotados de potentes frenos automáticos.

Las estaciones relativamente escasas, estarían suministradas de poderosos medios de maniobra para conseguir una gran movilidad del material que por sus condiciones excepcionales resultaría costoso e indispensable aprovecharlo muy bien.

Vía muy resistente, carril de 50 a 60 kilogramos por metro lineal; para balasto de piedra de las mejores condiciones, traviesas resistentes y numerosas. Respecto de la tracción, hace un par de años sería indiscutible la eléctrica, sea con corriente continua o monofásica, pero hoy día puede ser más conveniente la locomotora con motores Diesel-eléctrico.

Siendo todo gigante en este soñado ferrocarril, harían falta locomotoras potentísimas, capaces de arrastrar, por lo menos, 1.000 toneladas a la velocidad máxima para viajeros, de 120 kilómetros por hora en recta y horizontal, permitiendo obtener una media efectiva superior a 100, desconocida hoy día y transportando las mercancías con medias de 50 kilómetros por hora, no obtenidos en ninguna parte del mundo.

Un ferrocarril de esta naturaleza permitirá el ideal de no tener que retrasar la marcha de los trenes por rampas, pendientes o curvas a no ser que se quisiese parar en una estación.

Un buen sistema de señales impedirá los alcances, y como los trenes habían de ser extraordinariamente pesados, la capacidad de la vía enorme. Los gastos de explotación reducidísimos. El personal relativamente poco numeroso que para su explotación se requiere y permitirá la selección. Las rampas insignificantes con

que se planea ahorrará enormes cantidades de energía, y como mínimo se puede considerar el de un tercio sobre el consumo de tonelada-kilómetro de los mejores ferrocarriles conocidos en el mundo. No es dudoso que un ferrocarril de esta naturaleza, con un tráfico importantísimo, pudiera explotarse con el reducido coeficiente de un 50 por 100. Los gastos de construcción serán elevadísimos, los de explotación mínimos. Amortizados los primeros, la Humanidad dispondrá de una herramienta colosal y baratísima para el intercambio mundial.

No hay idea del tráfico enorme que podría absorber un ferrocarril de estas características. La baratura y rapidez de sus transportes permitiría convertir a las naciones de superficie media como España en ciudades colosales. El vecino de Bilbao o de Sevilla podría ir a Madrid, almorzar y volver a su casa en el mismo día, después de permanecer en la Corte el tiempo necesario para sus asuntos, y todo ello con precios más reducidos que los actuales.

Nuestros principales ferrocarriles de ahora pasarían a la categoría de afluentes de esta gran arteria, a la que nutrirían, llevando el tráfico secundario, de las grandes mallas que constituyen la red arterial.

Ahora bien, ¿es posible realizar sobre la superficie de nuestra Península semejante ferrocarril? Evidentemente, no; pero puede ser subterráneo. Las ciudades comenzaron por llenar sus calles de tranvías eléctricos y ahora se construyen subterráneos. ¿Por qué no ha de ejecutar esto la Nación? Hoy día el proyecto del ferrocarril Madrid-Alduides tiene en su primera sección la friolera de un 18 por 100 de túneles, y nadie ha puesto el grito en el cielo a pesar de tan enorme tanto por ciento. ¿Por qué no ampliarlo? Los grandes túneles de los Alpes, las obras de los metropolitanos de Nueva York, Londres, París, Madrid, nos llevan a considerar como realizables túneles de 30 kilómetros con grandes cargas sobre la base, y creemos se puede llegar a 40 o 60 cuando las cargas sean pequeñas y factible ejecutar pozos en puntos intermedios o acometidas laterales.

Es decir, opinamos que es posible concebir un tipo nacional sin llegar a dimensiones de los túneles irrealizables o que hoy deben estimarse como problemáticos.

Y estas ideas vamos a aplicarlas al trazado Norte del ferrocarril París-Algeciras, porque no es posible, como alguien pudiera creer, limitarse a trazar una recta en el mapa. Aun así sería necesario hacer un rodeo para ir de Madrid a la frontera francesa, porque todavía otra condición deben llenar estos ferrocarriles, y es que como va a utilizarlos la Humanidad y no los topes, habrán de salir a la superficie en los sitios más convenientes para recoger el tráfico de importantes zonas y unirse con los actuales. De Madrid a Irún, punto indiscutible de cruce de la frontera francesa, podría seguirse la línea recta; hasta las cercanías del Burgo de Osma (980 metros de altitud) desde Madrid (640 metros) no ofrecería ninguna particularidad, el trazado seguirá aquella, pudiendo dividirse en tres o cuatro tramos los túneles; pero desde el Burgo de Osma, donde poseería forzosamente una estación para absorber el tráfico de Castilla y parte de Aragón y Valencia, uniéndose con el Valladolid-Ariza, continuará a Logroño (367 metros de altitud), con un solo túnel, para no pasar la pendiente de 5 milésimas, longitud de 112 kilómetros y carga de 1.400 metros en algunos puntos, obra de condiciones tan excepcionales que es difícil predecir si podría ejecutarse, y lo mismo ocurre con el otro tramo de Logroño a Irún.

A fin de evitar estos inconvenientes se hace preciso pasar la cordillera Ibérica por el paso de la Brújula, en los montes de

Oca, y atravesar el Ebro en un punto de mayor cota que Logroño. Viene así nuevamente impuesto el paso por Burgos, lo mismo que ocurre con los ferrocarriles actuales, que podemos llamar de *superficie*.

El trazado sería, en este caso, el siguiente:

De Madrid a Burgos, sensiblemente en línea recta, el ferrocarril arrancará de la ribera del Manzanares, saldrá a la superficie en el valle del Lozoya entre dicha población y Buitrago; sería la parte suburbana y uno de los mayores túneles, aproximadamente, 57 kilómetros. Alcanzará la cota de 200 metros y cruzará el Guadarrama algo al Oeste de Somosierra por un túnel de 40 kilómetros, pudiendo salir a la superficie en los alrededores de Sepúlveda, probablemente a la misma cota. Uno o varios túneles cortos permitirían el paso de Peña Cuerno, y en los alrededores de Aranda se encontrará una estación que empalmará con el ferrocarril de Valladolid a Ariza. Al cruzar el Duero se hallará una gran longitud al aire libre. Varios túneles, relativamente cortos, permitirán que el trazado alcanzase las afueras de Lerma, y al atravesar la vega del Arlanza se encontrará una nueva estación. De allí a Burgos, 856 metros, el trazado poseerá un gran número de túneles cortos. La distancia en línea recta entre Madrid y Burgos es de 217,5 kilómetros, y, como probable, estimamos se podría obtener la de 230; por carretera hay 239 kilómetros.

En Burgos uniría nuestro trazado con la actual línea del Norte, y, por tanto, recogerá el tráfico de Oporto, Lisboa y todo Portugal; mediante un túnel ganaríamos el Ebro. Para descender este enorme escalón, con la pendiente máxima de 5 milésimas, no es posible ir a Miranda, 448 metros, porque está demasiado bajo y hay que pasar el Ebro entre Trespaderne, 507 metros, y Quintanilla escalada, 666 metros, probablemente por el valle de Valdivielso, en Valdenoceda. Esto nos lleva a dirigir el ferrocarril a Villarcayo, 528 metros de cota, con una distancia en línea recta de 66 kilómetros, y probable, en la realidad, de 70. No sería un solo túnel, porque hay algunas barrancadas en la línea que permitirían puntos de ataque y su división en dos o tres.

De Villarcayo hay que bajar a la costa, y con la pendiente tan reducida de 5 milésimas, no es posible hacerlo ni a Bilbao ni a Santander. Recurrimos a un mapa y su examen nos va indicando los puntos forzosos de paso. De Villarcayo a Orduña, 314 metros; distancia en línea recta, 48 kilómetros; probable, 50 kilómetros. De Orduña a Durango, 198 metros, con 35 kilómetros en línea recta y 36 probable; de Durango a Elgoibar, 19 y 20, respectivamente. En dicho punto cruzaría el valle del Deva, y de aquí a San Sebastián, Pasajes e Irún, 54 y 60 kilómetros. En total 466 entre Madrid e Irún, con una longitud real entre Madrid y Dax menor a la del ferrocarril Soria-Alduides, a pesar de las enormes diferencias de sus características. Se podría ir en menos de cinco horas de Madrid a Bilbao, enlace de Orduña, Pasajes, San Sebastián e Irún. El puerto de Madrid sería Pasajes, y como éste revertió al Estado, si la Nación construyera la línea, tendría en sus manos un puerto excepcional y un ferrocarril extraordinario.

Para apreciar el factor de la velocidad, conviene recordar que en el anteproyecto de los Alduides se estimaba en siete horas lo que se tardaría entre Madrid e Alduides, y una hora cincuenta minutos entre dichos montes y Dax. Por Irún se gana una hora, según demostró la Comisión Burgalesa de iniciativas; pero aun así, la diferencia es de importancia.

Una mercancía podría ir en nueve horas de Madrid a Pasajes, y esto equivaldría a colocar el Cantábrico a las puertas de Madrid.

Con la percepción media de 0,1023 pesetas obtenida por la Compañía del Norte en el ejercicio de 1919 para la tonelada-kilómetro, una mercancía cuesta transportarla de Madrid a Pasajes 62,40 pesetas tonelada, y por el ferrocarril propuesto, considerando sólo una economía de una tercera parte en las tarifas, y como la distancia es de 476 kilómetros, sería de 31,78 pesetas, ¡la mitad!, el aumento del tráfico de esta rebaja colosal. Nadie puede predecir los límites extremos a que en un plazo relativamente corto llegaría. Igual ocurriría con los viajeros. Hoy día, el viaje entre Madrid e Irún vale 36,66 pesetas, al precio de 0,572 pesetas kilómetro, percepción media de la Compañía del Norte. Rebajadas en un tercio las tarifas por los menores gastos de explotación, quedaría reducido el coste a 17,77 pesetas para recorrer los 466 kilómetros del trazado.

Queda ahora la mayor incógnita. ¿Cuánto costaría un ferrocarril así planeado? A juzgar por el de los grandes túneles de los Alpes y del Metropolitano de Madrid, nosotros estimamos en 4 millones de pesetas el kilómetro, cifra que no debe considerarse excesiva cuando el tranvía Madrid-Alduides cuesta 1.200.000 pesetas el kilómetro, y tampoco deficiente, porque toda la línea no es un túnel de dimensiones excepcionales; el de los alrededores de Madrid es en terreno diluvial de fácil perforación y revestimiento, se disminuyen considerablemente las expropiaciones, y los métodos serían mejores que los empleados en los Alpes, no sólo por los mayores adelantos de la técnica, sino por las distintas condiciones del trazado, que permitirá instrumental en muy grande escala y economías diversas. En total, el ferrocarril costaría 1.884 millones de pesetas. Redondeando la cifra, 2.000 millones.

Ahora bien, adoptada para este ferrocarril la vía española, que, como dice acertadamente el ingeniero industrial, marqués de Morella, satisface cumplidamente las necesidades futuras, este ferrocarril no costaría más que el de los Alduides, porque dicha vía, proyectada con ancho de 1,43 metros, lleva consigo el estrechamiento de 12.000 kilómetros de vía férrea española, más 3.000 en Portugal, *sine qua non* es posible que los españoles aceptemos la construcción de dicho ferrocarril, y todo ello costará 1.500 millones a España y 280 a Portugal, más 500 del trazado Madrid-Alduides, sin contar la parte francesa. En resumen, nuestro proyecto, que es infinitamente más grandioso que aquél, satisface las necesidades nacionales en sus diversos aspectos comercial, militar, técnico, y colocaría al país en condiciones extraordinarias, con la ventaja inapreciable de ser más barato en conjunto. Además de las dichas tendría la de permitir un estudio profundo de la Geología española, descubriendo importantes yacimientos mineros. Así, al cruzar Burgos, es casi seguro se cortaría el carbonífero que está recubierto por otros terrenos secundarios y terciarios, y cuya importancia nos es desconocida por el Estado, que se ha reservado las concesiones en una extensa zona, que llega hasta la misma capital.

Sin que se pueda defender el ferrocarril propuesto como un negocio financiero, es fácil ver que no es tan excesivamente ruinoso como pudiera estimarse, y que es probable que a los diez años de servicio remunerase el capital con un interés del 3 por 100, previsto para el proyecto Soria-Alduides. En efecto, la línea del Norte, llamada principal, tiene en tráfico que este año sobrepasará de 125.000 pesetas por kilómetro.

Rebajadas las tarifas de viajeros y mercancías en un tercio, esta cifra se reduce a 83.334 pesetas, y con sólo que se multipli-

## REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

que por seis este tráfico se obtendría 492.444 pesetas, cifra que no parece excesiva para un ferrocarril de esta naturaleza, teniendo en cuenta la insuficiencia de las vías actuales por falta de material fijo y móvil. Pues con dicho guarismo y un coeficiente de explotación de 50 se obtendría un interés para el capital de 5,717; si el aumento del tráfico en 600 por 100 puede estimarse exagerado, no lo sería la multiplicación por 4, en cuyo caso el capital estará remunerado con un 3,94 por 100. Reducido el coste del

transporte a la mitad, ¿qué menos se podría suponer que el tráfico aumentara como el cuadrado de la reducción?

Tal ha sido mi sueño técnico, y aunque creo que la Humanidad lo realizará algún día, hoy ofrece grandes dificultades, pero que no deben ser obstáculo para que, planeándose actualmente ideas vastísimas, no exponamos los españoles nuestras grandes concepciones.

L U I S R. A R A N G O,  
ingeniero de Caminos.





“La incautación por el Estado de los Ferrocarriles  
Andaluces”

R[afael] Coderch

*Revista de Obras Públicas* vol. 84-I, nº 2.697, julio  
de 1936, pp. 271-272



## La incautación por el Estado de los Ferrocarriles Andaluces

A virtud de tres disposiciones dictadas por el Ministerio de Obras públicas<sup>1</sup>, se ha incautado el Estado de la red ferroviaria explotada por la Compañía de Andaluces, confiriendo a la Nacional del Oeste, la misión de cuidar en nombre de aquél de la citada explotación. Se afirma en el texto de las expresadas disposiciones, que su fundamento estriba en el abandono por la entidad concesionaria, de los servicios de la red incautada, a causa de la extremada carencia de recursos, que no consistiendo el pago de las deudas contraídas para el suministro del carbón y otras materias de obligado consumo, ha motivado la suspensión de tales suministros por los abastecedores, paralizándose así los trenes y el servicio de la red.

Dando por ciertas tales circunstancias, que probarían la insuficiencia de ingresos de la explotación, para cubrir los gastos de la misma, coincidiendo con la total falta de recursos y de crédito de la Compañía, para saldar sus deudas, negándose además el Estado a prestar auxilio alguno a la Empresa, ha creído preferible la incautación de la red a la cesación de sus servicios.

No cabe ciertamente imputar al Estado, la obligación estricta de acudir en caso de insolvencia de las Compañías de ferrocarriles, en auxilio de las mismas, pero es lo cierto que al primero corresponden directamente gran parte de las causas fundamentales de la angustiosa situación económica de las segundas.

Impuesto fué por el Estado, el considerable aumento de los salarios del personal ferroviario en 1920, mediante el abono por aquél de anticipos suficientes para compensar tan cuantioso crecimiento de los gastos, quedando suprimidos dichos anticipos en 1927 y totalmente incumplidos los compromisos contraídos por el propio Estado, para mantener tales abonos interin se facilitaban a las Empresas los medios precisos para suplirlos y aun para reintegrarlos.

Impuesto fué también por el Estado, el Estatuto ferroviario de 1924, por el cual se establecía el consorcio del mismo con las Compañías, y por ende con la de Andaluces, quedando asimismo incumplidas las obligaciones contraídas por aquél a virtud de dicho consorcio, sin dejar de exigir en cambio rigurosamente, las establecidas para las Compañías, con la particularidad, inexplicable, de haberse adoptado y prevalecido un criterio legal sumamente vago e indeciso, respecto a la vigencia del citado Estatuto, de suerte que nadie sabe indicar ni definir el régimen legal a que se hallan actualmente sujetos los ferrocarriles españoles adheridos al consorcio, cuyas normas legales impondrían al Estado la obligación de facilitar a la Compañía de Andaluces los recursos y medios precisos para evitar los déficit de su explotación, contribuyendo a saldarlos en proporción muy sensible cuando, a pesar de todo, se produjeran.

Por efecto de otras muchas disposiciones emanadas de los Poderes públicos, entre las cuales merece citarse por su trascendencia la implantación de la jornada de ocho horas, han sufrido aumentos de no

escasa importancia los gastos de las explotaciones ferroviarias, mermándose además en proporción muy sensible sus ingresos, por el manifiesto trato de favor otorgado a los transportes mecánicos por carretera, exentos, con evidente falta de equidad, de cargas tributarias y trabas reglamentarias, impuestas con profusa desconsideración al ferrocarril.

A pesar de tan poderosas razones, para no negar a los Andaluces los auxilios de que habrían menester para asegurar los servicios de la red, cabría cohonestar la incautación de la misma y su traspaso a la Compañía del Oeste, dentro de un criterio utilitariamente egoísta e indudablemente injusto, si ésta última pudiera realizar la explotación de la red que se la encomienda, sin cargar con déficit alguno, o se aviniera a tomar por su cuenta y riesgo las insuficiencias inevitables.

Creada a costa del Estado la Compañía nacional del Oeste, previo el rescate por aquél de las líneas de la extinguida Compañía de M. C. P. y Oeste de España, asumiendo además la obligación de saldar sus insuficiencias de productos, han persistido éstas desde la constitución en 1928 de la expresada Compañía nacional, acentuándose en los tres últimos años los déficit de la misma, que seguramente no desaparecerán por efecto de la accesión de la red de Andaluces, acumulándose por el contrario las insuficiencias de una y otra red, sin poderlas evitar ni reducir tal vez, a pesar de sus loables esfuerzos, los prudentes y avisados elementos dirigentes del Oeste, a los cuales no cabe pedir milagros. Los hechos comprobarán la exactitud de tales augurios, en tiempos como los actuales en que todas las explotaciones ferroviarias de Europa, sufren las consecuencias de la agudísima crisis económica y de la desastrosa competencia de los transportes automóviles. Debe pues darse por inevitable, que el Estado español habrá de pechar con los déficit de la red de Andaluces, a la cual ha rehusado todo auxilio, que sometida cual las restantes de España, a la intervención minuciosa y estrecha de la Comisaría del Estado, reforzada por los Andaluces por la cooperación de las Comisiones especiales creadas hace algunos años<sup>2</sup> para la expresada red, no ha logrado verse libre de crecientes angustias en tal terreno.

Bien puede afirmarse, por lo tanto, la incapacidad o impotencia de la Comisaría y Comisiones citadas, para corregir o atenuar los errores o abusos de la Compañía de Andaluces, en la región de su red, declarando en caso contrario la inexistencia de aquéllos y éstos y, por ende, la aceptable gestión de la Empresa desposeída por la incautación acordada, que resulta por lo tanto injustificada.

Continuarán así las aportaciones del Estado, para equilibrar las explotaciones de las redes reunidas del Oeste y Andaluces, sin atenuación sensible durante un período tanto más prolongado, cuanto más se tarde en adoptar las medidas indispensables, para remediar el desequilibrio de las explotaciones ferroviarias, esen-

<sup>1</sup> Decretos de 9 y 20 de mayo y Orden del 25.

<sup>2</sup> La primera en 1931.

cialmente ocasionado por los aumentos crecientes de sus gastos, que han de reducirse en lo posible, y por la acentuada disminución de sus productos a partir del año 1930.

Por cuanto a los gastos se refiere, integrados en gran parte por los del personal, constantemente favorecido con aumentos de salarios y reducciones de jornada, amén de otras muchas disposiciones de carácter social, causantes de cuantiosos dispendios, ha de reconocerse cuan poco propicio es el actual momento, en que vienen acentuándose tanto y tanto las llamadas reivindicaciones obreras, para iniciar la marcha hacia atrás debiendo limitarse las actuaciones impuestas por la más prudente previsión a cerrar el camino a nuevas concesiones y prodigalidades.

El segundo elemento apropiado para el establecimiento de balances aceptables, radica en la adopción de tarifas suficientemente reenumeradoras, cuyos efectos se competen con la recuperación del tráfico perdido en estos últimos años, a consecuencia de la crisis intensísima de todas las industrias y producciones, contra la cual no pueden luchar los gestores ferroviarios más diligentes y previsores, crisis cuyas consecuencias se han agravado por la ruda competencia del automóvil, perdiendo los ferrocarriles el dominio de sus tarifas, que han de acomodar ahora a las percepciones de la carretera, para evitar los desvíos de su tráfico. La coordinación de ambos transportes en beneficio del interés general, corresponde por entero al Poder público, que en materia tributaria y reglamentaria, debería tratar con igual medida y justicia los transportes de una y otra clase, rectificando sus actuales yerros. Por su parte toca al ferrocarril, debiendo el Estado favorecer dicha tendencia, revisar sus tarifas y las normas generales de su fijación, abandonando a la carretera los transportes cortos, en los cuales se hace muy dificultosa la competencia, y concentrar la atención en los de largo recorrido, tasándolos al máximo precio consentido por el camión, con la prudente rebaja oportuna para absorber más fácilmente el tráfico de la carretera.

De no seguir estas directivas, persistirán hasta hacerse abrumadoras las cargas asumidas por el Estado para sostener a los ferrocarriles, así como las necesarias para mejorar sus instalaciones y material, a fin de que aquéllos no se anquilosen, acabando por hacerse inservibles, sin olvidar la remuneración debida a los cuantiosísimos capitales invertidos en la construcción y equipo de las líneas, cuya ruina total em-

pobrecerá la economía general, en términos que bien pueden calificarse de catastróficos para el país. Cuanto más se demore la resolución de tan vital problema, mayor dificultad ofrecerá el remedio de los males señalados y el peligro de las consiguientes calamidades.

Desde hace muchos años y singularmente ahora, sólo se han preocupado los gobiernos de estrechar el cerco de los negocios ferroviarios, sujetando las Compañías a inspecciones e intervenciones molestas y suspicaces, que coartan las iniciativas de las mismas, apartándolas del ambiente comercial, para asfixiarlas con múltiples trabas burocráticas, con no pequeños aumentos de gastos, inútiles cuando no son nocivos. El proyecto de ley recientemente presentando al Parlamento, demuestra una lamentabilísima insistencia en los errores apuntados, renunciando a bosquejar la crítica de aquél, para no incurrir en censuras harto acres, que tal vez se achacarían a una mala voluntad, inexistente.

Conviene hacer presente, por último, que la orden de *incautación* por el Estado de la red de Andaluces, no corresponde a ningún precepto de nuestras leyes de ferrocarriles, que sólo regulan los casos de *caducidad* y de *rescate* de las concesiones de dicha clase, estableciendo al efecto trámites y formalidades omitidas por completo en la expresada incautación, como las de dar conocimiento previo al concesionario, para que pueda exponer cuanto estime oportuno en defensa de sus derechos, y la práctica de una valoración contradictoria de las líneas caducadas o rescatadas, a fin de poner de relieve las consecuencias económicas de las expresadas medidas. El concepto y calificativo de *incautación* solo se consigna en la ley de quiebra de las Compañías ferroviarias de 12 de noviembre de 1869, exigiéndose para llevarla a cabo la declaración de quiebra de la Compañía, avalada debidamente por el Juzgado correspondiente; la constitución de "un Consejo de incautación", con representaciones de los accionistas, obligacionistas y acreedores, limitando la facultad de la Administración pública al nombramiento del presidente del citado Consejo, cuya primera providencia ha de consistir, en llevar a cabo la tasación de las líneas incautadas, de suerte que al año a lo sumo de la incautación, pueda procederse a la subasta pública de las mismas, preceptos todos ellos de los cuales se ha prescindido en absoluto, al dictar la orden de incautación, cuya ilegalidad resulta por lo tanto manifiesta.

R. CODERCH.

“La explotación de ferrocarriles durante la guerra de liberación”

José M<sup>a</sup> García Lomas

*Revista de Obras Públicas*, número especial,  
1936-1939, pp. 145-162



# La explotación de ferrocarriles durante la guerra de liberación.

— POR JOSÉ M.<sup>A</sup> GARCÍA LOMAS, INGENIERO DE CAMINOS

En el transcurso de la primera mitad del año 1936, una de las actividades nacionales en la que más se acusaron los anuncios de la terrible subversión que amenazaba a España fueron los servicios ferroviarios.

Amparados en la propaganda disolvente dirigida desde el propio Gobierno de la República, la circulación de los trenes, función sagrada entre todas las que pesan sobre los agentes del ferrocarril, era objeto de continuos e inauditos atentados. El menor incidente social en cualquier población, la huelga provocada en el oficio más insignificante, eran causa del espectáculo sin precedentes de una total paralización de los servicios ferroviarios; paralización que duraba veinticuatro o cuarenta y ocho horas, según el capricho de los dirigentes locales.

Así, una huelga en una contrata de manutención, en cualquier punto de la Red, provocaba la paralización de los cargues de máquinas en todos los Depósitos; con pretexto del más nimio incidente deliberadamente provocado, se suspendía la salida de los trenes rápidos de Madrid; en Valladolid y en Miranda, se interceptaba la circulación de los trenes por cualquier motivo ajeno al ferrocarril, y para que se reanudara aquella, había de pedirse permiso a desgredados inconscientes, ya sin subordinación a los Comités obreros centrales.

Simultáneamente se formaban Comités y soviets en todos los Centros y Dependencias ferroviarios; los Jefes e Ingenieros aparecían en listas de expulsión que se fijaban en aquéllos, mediatizando o anulando su autoridad; amenazas que, juntamente con las más descabelladas exigencias en todos los órdenes, eran favorablemente acogidas y hasta impulsadas por el propio Ministerio. A la vez, se recibía con gran pompa a los huídos y sancionados con motivo de la huelga revolucionaria de octubre de 1934. Los responsables de crímenes y actos de sabotaje fueron readmitidos y repuestos en sus cargos; el criminal autor del incendio de seis trenes expresos y de varias instalaciones ferroviarias, mediante la facturación de bultos o maletas conteniendo substancias incendiarias, fué recibido con aclamaciones en su oficina, obligándose a asistir al acto al Jefe del Servicio.

La anarquía crecía por doquier; a fines del mes de junio, los coches de los principales trenes españoles aparecían indeleblemente pintarrajeados con grandes letreros, en los que se paseaban de un lado a otro de la Península incitaciones apremiantes a la huelga revolucionaria y a la venganza social.

Un episodio pintoresco de esta etapa es la incautación de la estación de empalme de Bobadilla por grupos de campesinos armados, que echaron a los empleados y se colocaron sus gorras e insignias; esta situación

duró cerca de cuarenta y ocho horas, y durante ella se llegaron a acumular en dicha estación 1 500 viajeros, carentes de alojamiento y comida.

La tensión se hizo ya insoportable y se preveía el inminente estallido de la subversión (fijada ya para fecha próxima), que fué cortada por el Glorioso Alzamiento Nacional.

\* \* \*

En la madrugada del día 19 de julio de 1936, proclamado ya la víspera el Glorioso Alzamiento Nacional, se encontraban varios Jefes de servicio de la Compañía del Norte en el gabinete del teléfono selectivo de la estación del Príncipe Pío, de Madrid. Se trataba de informar al llamado Gobierno rojo de la marcha de los acontecimientos ferroviarios, y se tenía especial interés en conocer la situación de un tren de mineros asturianos, que se organizó en aquella cuenca minera y que debía ser desviado por Astorga, ya que desde el primer momento quedó la línea principal interrumpida en Valladolid, donde la víspera se había proclamado el Movimiento; este tren fué hábilmente dirigido sobre León, por el general Aranda, para el supuesto municionamiento de sus ocupantes, y recibido a cañonazos en las inmediaciones de Valladolid, hubo de volver a León, donde fueron disueltos y apresados los mineros.

La presencia de dichos agentes superiores en el teléfono selectivo era puramente formal; varios desconocidos en alpargatas (entre los cuales se hallaban algunos subalternos ferroviarios), impedían su permanencia cerca de los aparatos, y por éstos comunicaban con los "camaradas" que se encontraban al otro lado de la línea, en Medina, Avila y Segovia. Valladolid ya no respondía a las llamadas, y a medida que avanzaba la mañana, las noticias que recibían los "camaradas" de este lado debían ser cada vez más desconsoladoras, a juzgar por el mal humor que se pintaba en sus rostros y las interjecciones con que acompañaban su recepción. En Avila surgió de pronto la voz de un Capitán del Ejército, quien manifestó no quedaba allí ya ningún "camarada", y en Medina, los que estaban al aparato se ponían en fuga ante la sorpresa de que la Guardia civil, que se aproximaba a la estación, venía con cara de perro y no hacía manifestaciones de adhesión al Gobierno de la República.

Entrado ya el día, los "camaradas", que miraban de reojo a los citados agentes superiores, decidieron enviar un delegado al representante de la Comisaría del Estado, que se encontraba en su despacho, para manifestarle que los Jefes allí presentes eran fascistas y se encontraban armados, motivo por el cual su presencia

constituía para ellos un peligro y era conveniente su alejamiento del lugar. Así lo hicieron al final de la mañana, y cuando después del bombardeo del cuartel de la Montaña, el día 19 de julio, volvieron a sus puestos el martes día 20 por orden del Comisario del Estado, fueron allí asaltados por la horda ya armada; expulsados, unos; detenidos, otros; empezando para todos el calvario que culminó en el sacrificio de tantos ferroviarios, entre los cuales se encuentran los compañeros cuyo glorioso martirio ha sido ya citado en otro lugar.

La masa roja pudo, al fin, realizar la utopía tantas veces predicada con impunidad absoluta en la prensa envenenada. Se desató el crimen y el robo en proporciones jamás soñadas por la mente humana. "Botones" y ordenanzas de los Bancos y otras Empresas "controlaban" a sus Directores, y la Jefatura de los servicios ferroviarios se "aseguró", mediante Comités formados por peones sin cultura y por agentes conocidos por sus pésimos antecedentes morales y profesionales. En esta subversión de pesadilla anidaba, por fortuna, el germen que llevaría al régimen rojo a su propia destrucción.

Por este motivo, y sobre que otro no podía ser el objeto de esta reseña, la historia de la explotación del ferrocarril durante la guerra es unilateral. El ferrocarril, como tal instrumento organizado, puede decirse que sólo existió en la zona nacional; en la zona roja, consumada su labor de persecución personal y asesinato, y la destrucción, sin otro objetivo, de toda organización racional, los llamados "Comités de control" se dedicaron a tirarse los trastos a la cabeza unos a otros y a embadurnar resmas de papel con órdenes que nadie obedecía.

La explotación, si tal puede llamarse, del ferrocarril en la zona roja fué por ello extremadamente precaria.

Cuando quiso ponerse coto al desorden interior, concentrando la autoridad, era ya tarde; el personal se encontraba totalmente indisciplinado; las máquinas, inutilizadas en su mayoría; el material, deshecho, y los depósitos, desabastecidos. Ante el caos reinante, ya en Valencia el llamado Comité Central de Explotación, destacó dos agentes superiores para que informaran sobre la situación; la descripción de ésta, tal como se pinta en el informe que cayó en nuestras manos al liberarse Barcelona, es un reflejo vívido y elocuente de la desmoralización en que puede caer un pueblo cuando falta toda base de moral y disciplina.

\* \* \*

Los ferroviarios "fascistas" que de momento quedaron en la zona roja, imaginaban con pesimismo las dificultades con las que habrían de tropezar los ferrocarriles, en tantos trozos fraccionados, para servir las necesidades del Ejército salvador; pero ya en el otro lado, en la España Nacional, se agrupaban los elementos ferroviarios dispersos, los servicios apenas tuvieron solución de continuidad y el ferrocarril llegó a ser, en las manos gloriosas del Caudillo, una de las herramientas más poderosas con que aquél forjó la victoria del Ejército Nacional.

Dos funciones importantísimas le estuvieron reservadas al ferrocarril, como órgano esencial del trans-

porte, a lo largo de nuestra Gloriosa Cruzada. La primera ha sido la realización de los grandes movimientos de tropas, cuyo eje fué siempre el ferrocarril, y el abastecimiento en masa de materiales de guerra y elementos de toda índole, desde la retaguardia hasta los centros de distribución, y hasta los mismos frentes de combate. La segunda, consistió en mantener viva la actividad industrial y comercial de la retaguardia, elemento básico de su vida económica, que de este modo quedó asegurada y en condiciones de alimentar las grandes necesidades de la guerra.

Estas funciones gravitaron de modo, puede decirse, exclusivo, sobre el ferrocarril, ya que los elementos de transporte por carretera disponibles se aplicaron constantemente a necesidades militares dentro de la peculiar esfera de éstas.

Para asegurar funciones tan vitales de la zona nacional, el ferrocarril dispuso de medios muy escasos, si se tiene en cuenta la proporción normal de los mismos en cuanto al volumen de los tráficos a desarrollar y a la longitud de las líneas explotadas.

Al iniciarse la guerra de liberación, quedaron en poder de los rojos los mejores elementos de la explotación ferroviaria, el material motor más moderno y una gran mayoría del parque de material móvil, tanto de coches como de vagones. Por otra parte, la desproporción entre la longitud de la Red explotada en la zona nacional y el material motor y móvil para servirla, se agravaba constantemente por la recuperación de líneas, efectuada a medida de los avances de nuestro glorioso Ejército; el material que se encontraba en las zonas reconquistadas aparecía con frecuencia completamente destruido, y además, como era natural, en sus retiradas sobre las zonas de retaguardia roja, las hordas marxistas se llevaban consigo cuanto material no podían destruir. Así resultó que, al final de las victoriosas ofensivas del Ejército Nacional en Aragón y Cataluña, en el año 1938, se encontró la Compañía del Norte con el 75 por 100 de su Red liberada (incluyendo la línea del Central de Aragón) y sólo el 44 por 100 del material motor útil y el 50 por 100 del material móvil.

Quedaron también en zona roja las principales cuencas carboníferas que surtían de combustible a los ferrocarriles, y dicho se está que las importaciones, suprimidas las que en circunstancias normales procedían de Inglaterra, fueron difíciles de organizar.

Con esta falta inicial de elementos, ha sido, pues, necesario hacer frente a las necesidades imperiosas del servicio militar, cuyo volumen aumentó gradualmente desde el comienzo de la guerra, al compás de la intensidad de ésta, hasta abarcar las considerables proporciones que más adelante se reseñan; y a los servicios de transporte interno que requerían tanto la retaguardia nacional como las zonas liberadas.

Pero hay, además, otra circunstancia que llevó a su tensión más crítica la gravedad de los problemas planteados al ferrocarril en la zona nacional. Por un lado, como antes hemos apuntado, la mayoría de las máquinas de vapor más potentes y modernas quedaron en los depósitos de Madrid, Barcelona y Valencia, desde el primer momento, en poder de las hordas rojas; las incor-

poraciones al Parque Nacional de los elementos hallados en las zonas reconquistadas, no solamente no resolvieron el problema, sino que vinieron a complicarlo, por el estado de conservación lamentable en que dichos elementos eran, invariablemente, encontrados: los coches de viajeros, en estado casi completo de destrucción y totalmente inservibles, y las locomotoras, inútiles, en proporciones que, como la que se dió en la liberación de Cataluña, alcanzaba el 85 por 100 de las rescatadas.

Por otra parte, la conservación del material motor y móvil en la zona nacional, no pudo hacerse en condiciones normales. Desde el primer momento, todos los talleres que existían en dicha zona, incluyendo los Talleres Principales de la Compañía del Norte, en Valladolid, fueron, como es natural, dedicados a la fabricación de elementos de guerra; la liberación de la zona fabril de Bilbao, coincidiendo con la intensificación de la guerra, no pudo aportar suficientes elementos a la reparación del material ferroviario, si se tiene en cuenta el descenso experimentado en el estado de conservación del material. En este aspecto, también la liberación de nuevas líneas vino a agudizar la gravedad de las anteriores circunstancias, pues las hordas rojas, en su huída, además de llevarse el material ferroviario, levantaban y retiraban todas las máquinas y herramientas de los talleres y Depósitos y destruían en ellos cuanto no podían retirar.

Así, pues, a una mayor extensión de las líneas en explotación, y a un mayor volumen de los tráficos militar y civil, con mayor trabajo del material, correspondía siempre una limitación en el crecimiento de las posibilidades de su conservación y reparación, por falta, tanto de los elementos para ello necesarios, como del tiempo indispensable a dichas operaciones; ya que en lo que afecta al material motor, la continua permanencia en servicio de las máquinas, sólo permitía, con frecuencia, que entraran en los Depósitos para cambiar de pareja y aprovisionarse.

Paralelamente a estas dificultades, se tropezaba con las derivadas de la falta de personal, mermado éste por el servicio militar en algunas categorías y porque el perteneciente a las zonas liberadas era invariablemente arrastrado por los rojos en su huída. Fueron muy escasos los agentes que lograron escapar a esta evacuación; las hordas rojas tenían, entre otras, esta manía, y lo mismo se llevaban los aparatos telefónicos, que la campana de andén, las taquillas y las mesas, los agentes y sus familias, cuyas ropas y enseres aparecían revueltos con los elementos de la estación, en los vagones de evacuación que se encontraron en muchas estaciones.

Como es fácil comprender, no era posible improvisar el personal especializado que el servicio ferroviario requiere; por otra parte, como los hombres útiles se encontraban dedicados al servicio del Ejército desde las quintas más jóvenes, no era posible encontrar un plantel donde reclutar los agentes necesarios. Ello explica el exceso de trabajo que pesó sobre gran parte del personal ferroviario a través de toda la guerra; hubo maquinista que permaneció en servicio setenta, y más, horas seguidas, sin descanso, y agente de frenos que no bajó en tres días de su garita.

Este somero bosquejo de los problemas y dificultades planteados al ferrocarril, da idea del empeño que ha sido necesario desarrollar para resolver aquéllos y vencer éstas; sólo el esfuerzo aunado del personal ferroviario de todas las categorías, mantenido con tesón y fe patrióticos, tantas veces reconocido y citado hasta por el propio Generalísimo, ha hecho posible este milagro.

\* \* \*

Como primer objetivo, desde el momento de la iniciación del Glorioso Alzamiento, se procuró a todo trance mantener la normalidad de los servicios en la zona nacional; hasta tal punto, que lo mismo en lo que afecta al de viajeros que al de mercancías, puede decirse no hubo solución de continuidad. Así, por ejemplo, en la Compañía del Norte, el día 20 de julio de 1936, se restableció la circulación de los trenes de viajeros entre Valladolid, Miranda y León, y en días sucesivos se ampliaron los servicios a toda la Red Nacional, restableciéndose asimismo, inmediatamente, las facturaciones y servicios de mercancías para las líneas de la Compañía y combinadas.

Paulatinamente se fueron implantando las relaciones a larga distancia con el Sur y Extremadura, así como con la frontera portuguesa, hasta llegar a sostener, además de todas las relaciones comarcales, servicios de trenes de largo recorrido, tan intensos como en época normal. Fueron, durante la guerra, trenes muy conocidos por sus apelativos, "el Sevillano", "Gaditano" y "Zaragozano", que se crearon, respectivamente, en agosto de 1936, enero de 1938 y agosto de 1938, y que enlazaban Irún con Sevilla y Cádiz y Sevilla con Zaragoza. Asimismo, y después de complicadas gestiones, que más adelante se mencionan, se restableció, en noviembre de 1937, el paso de viajeros por ferrocarril entre España y Francia, por la frontera de Irún, enlazando el servicio del surexpreso entre ambos países y Portugal.

Con rapidez aún más notable, dadas las enormes dificultades a vencer, se hizo llegar el ferrocarril a las zonas que iban liberándose por nuestro glorioso Ejército; pudiéndose, prácticamente, decir que el ferrocarril llegaba a aquéllas al paso de nuestros soldados.

Constituidos los llamados "trenes de avance", dotados en personal y material de cuantos elementos eran necesarios para reparar las vandálicas destrucciones que, en todas las líneas, realizaron en su retirada las hordas marxistas, se han ejecutado innumerables reparaciones de vía, puentes y túneles, algunas de las cuales, reseñadas en otro lugar, constituyen notabilísimas obras de ingeniería, tanto por las soluciones adoptadas como por el brevísimo plazo de su ejecución. A la vez, otros equipos provistos de vagonetas ligeras, se dedicaban a tender las líneas telegráficas y telefónicas, reponiendo los aparatos, y al arreglo de señales y aparatos de vía, mientras que por carretera se alcanzaban las estaciones recién liberadas, para conocer inmediatamente su estado y concentrar el personal que hubiera escapado a la evacuación roja.

Asimismo, y utilizando vagonetas motoras, se hacían descubiertas sobre las líneas, inmediatamente después de las tropas de avance, para conocer el estado de

aquéllas; operaciones no exentas de riesgo a causa de las famosas "bolsas" que se creaban en dichos avances, y en las cuales, a veces durante varios días, existían destacamentos y hasta posiciones rojas aisladas, que fueron fatales en más de una ocasión a los que, sin las debidas precauciones, se aventuraban por territorios recién conquistados. Dichos equipos de descubierta eran frecuentemente tiroteados, e incluso llegaron a hacer prisioneros, a pesar de que en general iban insuficientemente armados y desprovistos de escolta.

El día 16 de agosto de 1937 se tomó la ciudad de Santander; el día 18 de agosto se había restablecido el servicio entre Santander y Reinososa, con trasbordo, y el 15 de septiembre, reconstruídos los puentes y túneles totalmente volados por los rojos, se hizo el primer tren de viajeros entre Valladolid y Santander.

En Asturias se derrumbaron los frentes rojos el 21 de octubre de 1937, tomando nuestras tropas posesión de la ciudad de Gijón.

El día 25 de octubre se restableció el servicio de

### VAGONES CARGADOS EN LA COMPAÑÍA DEL NORTE

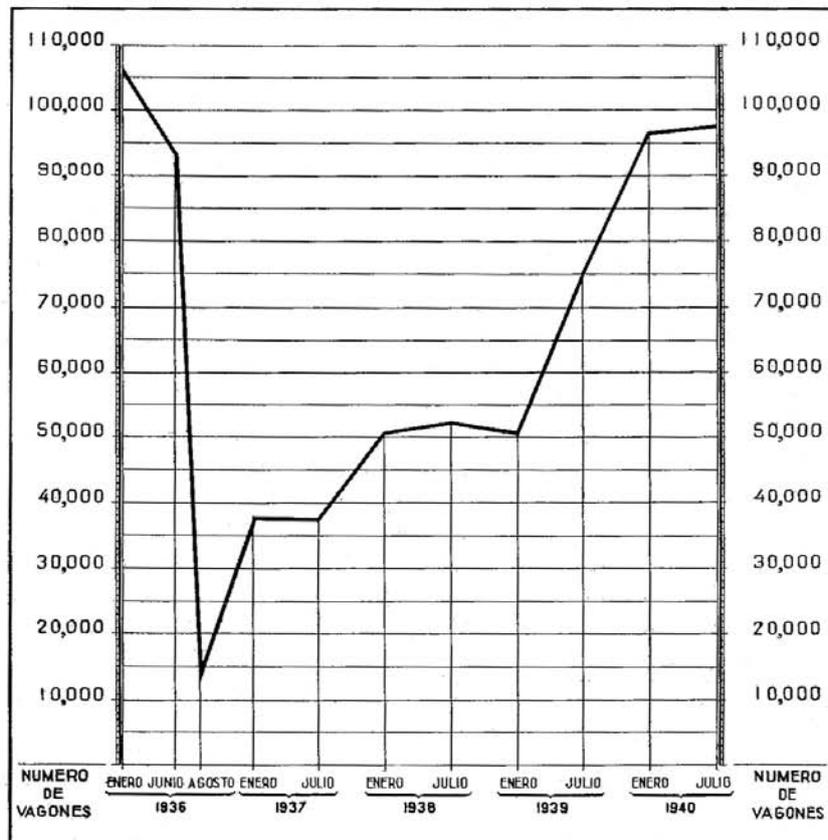


Fig. 1.<sup>a</sup> — Cargue de vagones en la Compañía del Norte.

Se lograba de este modo poner rapidísimamente en servicio líneas destruídas por los rojos, sosteniendo los aprovisionamientos de los frentes y los auxilios a las zonas liberadas. Algunos datos ilustrarán lo anteriormente expuesto:

El día 19 de junio de 1937, entraron en Bilbao las tropas del Glorioso Ejército Nacional; el día 10 de junio se había ya logrado comunicar Miranda con Orduña, por ferrocarril, y el día 29 de junio, provisionalmente reconstruídos los tres puentes volados entre Orduña y Bilbao, circuló el primer tren de viajeros entre Valladolid y la capital de Vizcaya.

ferrocarril entre Oviedo, Gijón y San Juan de Nieva; el 28 se restablecieron los servicios de viajeros entre León y Gijón, con trasbordo en el viaducto de Baños, y el día 10 de noviembre, reconstruída provisionalmente aquella gran obra de fábrica, totalmente volada por los rojos, así como otros muchos puentes de la misma línea, se hizo el primer tren directo entre Valladolid y Gijón.

El mismo ritmo se ha seguido en el restablecimiento de los servicios ferroviarios en los avances de Aragón y Cataluña; en todas las ocasiones, el ferrocarril entró con las tropas en las regiones liberadas, llevando inme-

diatamente a éstas efluvio de una vitalidad económica, cuya pérdida tan largo tiempo padecieron.

Paralelamente a esta gestión técnica, cabe resaltar la gestión económica y administrativa de los ferrocarriles durante la guerra. Los enormes gastos que representaba el sostenimiento económico de este armazón ferroviario, tanto para el funcionamiento de su explotación como para la reconstrucción de las líneas destruidas por las hordas marxistas, se hicieron sin apelar a auxilio económico alguno, ni del Erario público ni del ahorro privado. Solamente durante los dos primeros meses del Movimiento, las Compañías del Norte y M. Z. A. recibieron anticipos por valor de 3 700 000 pesetas, para completar el importe de las nóminas del personal, anticipos que fueron rápidamente reintegrados. A partir de este momento, los ferrocarriles no sólo aseguraron su propia vida, abonando el importe de los sueldos, pensiones y suministros de toda índole, sino que ingresaron puntualmente en las cuentas del Estado los impuestos de transporte y anejos, contribuyendo al sostenimiento de las cargas de aquél y aplazando el abono de los transportes de guerra (aún pendientes en gran parte e importantes varios centenares de millones de pesetas), aportando un considerable alivio a las obligaciones del Estado.

En el gráfico de la figura 1.<sup>a</sup>, que representa el cargue

de vagones en la Red del Norte, se refleja el desarrollo económico de la zona nacional y el trabajo desarrollado por el ferrocarril, sobre todo si se tiene en cuenta que el aumento de cargues no guarda proporción, como antes se ha dicho, con la extensión de las líneas liberadas ni con la cantidad de material recuperado. Las depresiones que se advierten en los meses de julio de 1937 y enero de 1939 corresponden a la intensificación de los transportes de tropas que tuvieron lugar en dichos períodos.

Terminada la guerra, estos cargues hubieran llegado a rebasar ampliamente las cifras anteriores a 1936, si la inutilización del material, que rebasa el 20 por 100 del parque de los ferrocarriles de vía normal, anterior a la guerra, no hubiera creado la actual situación de grave insuficiencia de dicho parque para abastecer todas las necesidades de transporte de la nación, las que en su mayor parte han recaído sobre el ferrocarril.

Es también interesante señalar que los resultados expuestos se han obtenido no solamente manteniendo todos los precios y tarifas, tanto de viajeros como de mercancías, anteriores al Glorioso Alzamiento, sino reduciendo algunos en beneficio de la economía de ciertas regiones, como sucedió con el transporte de mercancías que por nuestros puertos se exportaban para la zona del protectorado de Marruecos.

\*\*\*

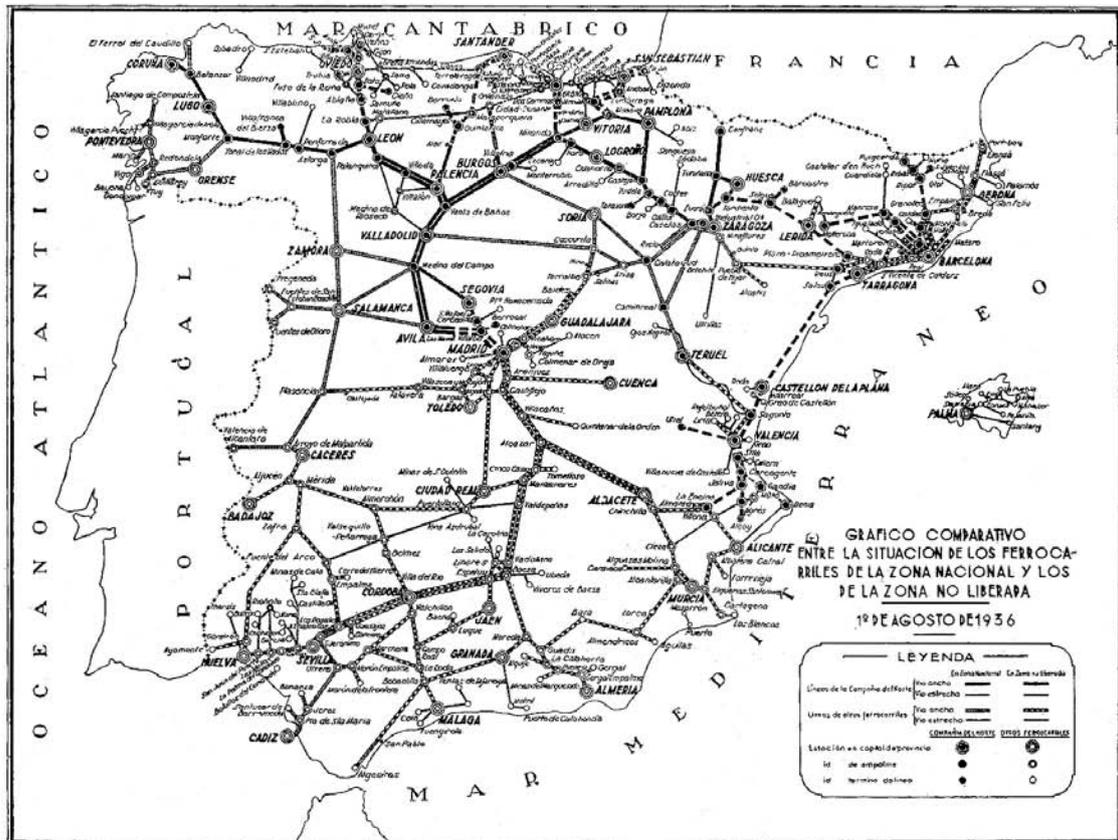


Fig. 2.<sup>a</sup> — Situación de las líneas de ferrocarril en 1.º de agosto de 1936.

Expuesto así, a grandes rasgos, el papel que los ferrocarriles desempeñaron durante nuestra Gloriosa Cruzada, consignaremos a continuación algunos datos cronológicos, que permitirán precisar aquél y darse cuenta de la medida en que el resurgimiento de la zona nacional, al paso de la descomposición que corroía la zona roja, permitió aumentar el volumen de la guerra y con ello acelerar la victoria de las armas nacionales.

Las características que se han expuesto en párrafos anteriores abarcan, sin excepción, a cuantas Empresas de ferrocarriles se encontraron en la zona nacional. Y si en lo que sigue nos referiremos especialmente a los acontecimientos desarrollados en las líneas del Norte, obedece ello al hecho de que las ofensivas más importantes realizadas por el victorioso Ejército Nacional, después de las de Extremadura, Toledo y Málaga, se desarrollaron en regiones servidas por las líneas de dicha Red.

Para mejor ordenación de los datos, se han agrupado éstos cronológicamente en los siguientes períodos:

#### PRIMER PERÍODO

##### *1.º de agosto de 1936 a 1.º de marzo de 1937.*

Cuando, pasados los primeros momentos del Alzamiento Nacional, pudo aclararse un tanto la situación de las líneas del ferrocarril, era ésta la representada en el mapa de la figura 2.ª, que corresponde a la fecha al principio indicada. Antes de ésta, sólo se habían efectuado, como hechos militares importantes, la toma de Huelva, el 27 de julio de 1936; la de Beasaín y Villafranca de Oria, respectivamente, el 27 de julio y 1.º de agosto. La línea de Cáceres, desde Madrid a Naval-moral de la Mata, estaba en poder de los rojos, y cortada, asimismo, en Cáceres, la comunicación con el Sur.

La Zona Nacional se encontraba dividida en dos zonas aisladas, disponiendo solamente de los puertos de Cádiz, Coruña y Vigo. En esta fecha, la Red Nacional del Norte sólo contaba con 1 655 kilómetros de línea, de los 3 653 que forman la Red de vía ancha de la Compañía, más 258 de los 422 del Central de Aragón; de la Red de M. Z. A., sólo quedaron en la zona nacional 462 kilómetros de línea (Valladolid a Zaragoza y alrededores de esta última capital), de los 3 655 de la Red.

De las 1 247 locomotoras que poseía la Compañía del Norte, quedaron en zona nacional solamente 424 locomotoras de vapor, de las que 30 hubieron de cederse a otras redes, y 11 000 vagones y coches de su parque de 34 200 vehículos; la Red liberada de M. Z. A. sólo poseía 347 locomotoras y 11 300 coches y vagones, de sus parques normales de 1 127 locomotoras de vapor y 27 800 vehículos. Así, pues, y especialmente por lo que afecta a la Compañía del Norte, se hace patente la desproporción antes señalada entre las líneas explotadas y el material liberado, ascendiendo las primeras al 45 por 100 de la Red, mientras que en los primeros momentos sólo se dispuso del 33 por 100 del material motor y escasamente el 30 por 100 del material móvil.

El restablecimiento de los servicios fué, como antes se indica, rapidísimo, de acuerdo el personal superior regional con las autoridades militares respectivas.

En el primer momento, los Sindicatos marxistas declararon varias huelgas locales en algunas estaciones; asimismo, los sublevados de las zonas mineras de Ponferrada y Bembibre destruyeron parte del gran puente metálico de Mumao, sobre el Sil, y en el Sur, además de destruir varios puentes importantes, se apoderaron de las minas de la Reunión, de la Compañía de M. Z. A.

En cuanto en el Norte estalló el Movimiento, el insigne General Moñá decretó la militarización y movilización de todo el personal ferroviario, lo que permitió dominar rápidamente las mencionadas huelgas locales.

El día 20 de julio se hizo el primer tren de viajeros desde Medina a Valladolid y de León a este punto; el día 21, después de una exploración que salió de Pamplona sobre Alsasua, se restablecieron las circulaciones por esta línea con Miranda; el día 23 de julio se amplió la exploración desde Pamplona a Zaragoza, y el 24 salía el primer tren de requetés desde Pamplona sobre dicha capital aragonesa. Asimismo se restablecieron inmediatamente las relaciones de Valladolid con Alar, Avila y Segovia, y el 27 de julio se reanudaron las facturaciones y servicios de mercancías desde Valladolid a Alsasua, Zaragoza, Canfranc, Alar, Avila, Segovia, León y para las líneas de Santander-Mediterráneo, Calatayud, Casetas y el Irati. El día 30, reparado provisionalmente el puente de Mumao y otros cortes de la línea de Galicia, se restableció la comunicación con esta región, lo que marcó un jalón importante en esta fase de la guerra. También lo fué la heroica defensa de Oviédo, que impidió el acceso a León de los trenes de mineros de Asturias.

En los últimos días de julio se restablecieron los trenes rápidos de viajeros entre Zaragoza-Bilbao-Alsasua. Huesca se enlazó con Ayerbe mediante servicio por carretera.

En las líneas del Oeste se restableció el día 20 de julio el servicio de Salamanca a Medina; el 22, a Salamanca y Astorga, y el 24, a Cáceres.

Como antes indicamos, quedaron en poder de los rojos las principales cuencas carboníferas españolas, si se exceptúa la de Ponferrada. Hubo, pues, de apelar en este período a la importación de carbón, que con grandes dificultades y en escasa cantidad pudo lograrse, y al refuerzo de la producción de las minas propiedad de las Compañías de Ferrocarriles. Entre éstas, las de la Reunión, de M. Z. A., fueron liberadas el día 7 de agosto por las tropas Nacionales, dedicándose al abastecimiento de los Ferrocarriles Andaluces y de los establecimientos industriales y militares. Las del Norte, en Barruelo, quedaron en el propio frente, aisladas y cortada la línea, de ancho normal, que las enlaza a la de Santander; a pesar de ello, se continuó su explotación, cargándose el carbón en carros y vagones, que se trasbordaban a los de vía estrecha en el cruce de Cillamayor con la línea de La Robla, en cuya última estación sufría el combustible un nuevo trasbordo a la Red de ancho normal.

Asimismo, y salvo los Talleres Principales del Norte, en Valladolid, dedicados desde el primer momento, como antes se dice, a la producción de material de guerra, quedaron en la zona roja los talleres más importantes

de construcciones ferroviarias y las industrias metalúrgicas. Constituyó esto una gran dificultad para la reconstrucción de los puentes metálicos destruidos por los rojos en los primeros avances de las tropas nacionales, sin que en la zona liberada existiera una sola industria de laminación de acero, careciéndose, por consiguiente, de los elementos indispensables, que se sustituyeron por los obtenidos de antiguos tramos retirados del servicio, que se pudieron encontrar.

Este fué el sistema que se siguió, como en otro lugar se indica, para la reconstrucción del viaducto de Ormaíztegui, aprovechando el tramo del puente de doble vía destruido, para construir un tramo de vía única; en los demás puentes destruidos en la línea del Norte y en los siete puentes metálicos destruidos por los rojos en las líneas de Córdoba-Sevilla-Mérida-Los Rosales, todos los cuales se reconstruyeron con gran rapidez.

No bastaban, sin embargo, estas medidas para colmar las necesidades del momento; era preciso organizar y coordinar los transportes de toda la Red liberada, para que sirvieran los fines del Ejército y los abastecimientos nacionales; era preciso, en suma, organizar, siquiera fuera embrionariamente, todos los servicios del ferrocarril. Grave dificultad para esta empresa, fué la ausencia de todos los elementos y personal de los Servicios Centrales de las grandes Redes, que radicaban en Madrid. Faltaba, por consiguiente, en la zona nacional el personal superior y directivo ferroviario, y cosa análoga sucedía con la Jefatura Militar de Ferrocarriles. En Madrid quedaron también todos los archivos y datos de la explotación.

Hubo, pues, que improvisar ésta. El escaso personal superior de las Compañías se agrupó en Valladolid, donde también se reconstituyó la Jefatura del Servicio Militar de Ferrocarriles. Y desde entonces, estrechamente unidos los elementos ferroviarios militares y civiles, se dió comienzo a una labor de organización, en cuyo perfeccionamiento se trabajó a lo largo de toda la guerra.

Constituída la Junta de Defensa Nacional en Burgos, figuró en la Comisión Asesora de la misma un destacado elemento directivo ferroviario, que asumió la organización de los transportes en toda la Red Nacional, hasta que dicha Junta fué substituída en septiembre de 1936 por la Junta Técnica del Estado.

Ya en 1.º de agosto de 1936, la Junta de Defensa Nacional restableció la Escala de Complemento Honoraria de Ferrocarriles, y por Orden de 13 de dicho mes se extendió la orden de movilización general a todo el personal ferroviario, cualquiera que fuera su edad y situación militar.

En 1.º de agosto se restableció, por Decreto, la Jefatura del Servicio Militar de Ferrocarriles en la zona nacional, que reorganizó la Escala de Complemento Honoraria de Ferrocarriles y llevó a cabo rápidamente la militarización de todo el personal ferroviario.

El 26 de septiembre se dictó una disposición restableciendo en su integridad el funcionamiento normal de las Compañías de Ferrocarriles.

Siguiendo la marcha de las operaciones, un jalón importante de la guerra en este período fué la toma

de Mérida, el día 18 de agosto, en arrollador avance del Ejército Nacional, que siguió al asalto de Badajoz (efectuado el día 15). Y enlazados los Ejércitos del Norte y del Sur, se estableció contacto entre las Redes ferroviarias de ambas zonas. Con la liberación de la línea entre Los Rosales y Mérida, se restableció la comunicación entre Andalucía y el Norte, y desde este momento, la línea Sevilla-Mérida-Cáceres-Salamanca-Valladolid-Burgos, constituyó una de las arterias vitales del tráfico militar y civil de la zona nacional.

La relación directa de Sevilla con Alsasua, se estableció a través de esta línea el día 26 de agosto de 1936; el tren que aseguró aquella fué el embrión del futuro "Sevillano", que circuló durante toda la guerra.

El tránsito por el estrecho pasillo que enlazaba ambas zonas ofrecía enormes dificultades de explotación, debido a la limitadísima capacidad del tráfico de las líneas en cuestión, su perfil muy accidentado, el escaso número y longitud de las vías de sus estaciones y la no menos escasa dotación de locomotoras de que disponía la Red del Oeste, aun reforzada con máquinas procedentes de otras redes.

Tomado San Sebastián el día 6 de septiembre de 1936, se organizó inmediatamente el servicio desde la frontera y Alsasua, con trasbordo en Zumárraga, que continuó en esta forma hasta la reconstrucción del viaducto de Ormaíztegui, volado por los rojos, notable obra descrita en otro lugar y que, inaugurada en 1.º de febrero de 1937, permitió enlazar directamente los servicios entre Avila e Irún, en cuyo trayecto circulaban ya, a fines de 1936, diez trenes diarios en cada sentido.

En la región central, las tropas nacionales llegaron el 9 de noviembre de 1936 a Leganés, y a fines de dicho año, la red liberada de M. Z. A. disponía de unos 1 200 kilómetros de línea, es decir, de una tercera parte de su Red normal, pero dividida en dos zonas: la Norte, con 544 kilómetros, y la Sur, con 656 kilómetros, sin más comunicación que la establecida a través del largo pasillo antes mencionado. También, a fines de este año, el Norte poseía 1 951 kilómetros de líneas liberadas, 575 locomotoras de vapor y 24 eléctricas y 14 150 vagones.

El 6 de febrero de 1937 se tomó Málaga, y ello permitió incorporar un nuevo puerto sobre el Mediterráneo a la España Nacional.

## SEGUNDO PERÍODO

### 1.º de marzo de 1937 a 1.º de enero de 1938.

La situación de las líneas, al comenzar este período, es la indicada en el mapa de la figura 3.ª, en el que se ha designado, por medio de flechas, la posición de los frentes sobre las líneas del ferrocarril.

En esta época, se hallaban ya constituidos en Valladolid los Servicios Centrales de las Compañías del Norte, M. Z. A. y Oeste; la de M. Z. A. destacó, sin embargo, dos Subdirecciones, respectivamente, a Zaragoza y Sevilla, mientras que los Servicios Centrales de la Compañía de Andaluces siguieron instalados en Málaga.

Pero estos Servicios Centrales, constituidos por escasísimo número de agentes, que era imposible aumen-

tar, trabajaba constantemente con gran agobio. Basta, para darse cuenta de ello, hacer constar que la proporción de personal que los constituía, respecto de la situación normal, era de un 5 a un 6 por 100, y aún menor; y aunque hubo, naturalmente, que prescindir de muchos aspectos del servicio y la proporción de líneas liberadas era relativamente escasa, en otros muchos aspectos de aquél se encontraban muy recargados los trabajos. En la Red Norte de M. Z. A., hubo ocasiones en que el personal de oficinas tuvo que salir a la línea, para ejercer funciones activas ferroviarias en momentos difíciles.

Por su parte, el personal activo de la línea no excedió en este periodo de 6,6 agentes por kilómetro, en las líneas de M. Z. A., y 6,9 agentes por kilómetro, en las del Norte, cuando la proporción normal en esta última es de 11,2 agentes por kilómetro.

Las importaciones de carbón se regularizaron en esta época, y juntamente con el refuerzo de la producción de las minas de la zona nacional y la aportación a éstas de las zonas mineras asturianas, a fin de año, permitieron aumentar de modo considerable el volumen de los transportes.

Sin embargo, subsistieron grandes dificultades en cuanto al material. En las líneas de M. Z. A. no había aumentado éste, y el recuperado en las liberaciones efectuadas sobre las líneas del Norte, estaba en gran

parte inutilizado. A pesar de ello, se pusieron rápidamente en servicio las locomotoras eléctricas recuperadas en Pajares, y todas aquellas de vapor que se logró reparar utilizando los escasos recursos de los depósitos. Téngase en cuenta que el desgaste del material era enorme y que los repuestos de piezas y elementos, nulos al principio de la campaña, seguían siendo muy escasos.

Durante las grandes ofensivas que caracterizaron este período, no se pudo dar descanso al material motor, y las máquinas estaban, a veces, largos períodos constantemente encendidas, lo que aumentaba de modo notable su desgaste.

La primera de estas grandes ofensivas culminó en la toma de Bilbao, el 19 de junio de 1937. Entre esta ofensiva y la toma de Santander, que tuvo lugar el 26 de agosto siguiente, hubo de hacerse una pausa para el transporte de las tropas que, del Norte, acudieron a la batalla de Brunete, y su regreso para la incorporación a la ofensiva sobre Santander.

En su retirada sobre Asturias, comenzaron ya los rojos el sistema de las grandes destrucciones en las vías de comunicación, que afectaron principalmente a las obras ferroviarias. Así, el puente de Las Fraguas, constituido por cuatro arcos de fábrica, fué totalmente volado desde sus cimientos. La reconstrucción provisional de este puente, a base de pilas de 10 metros de altu-

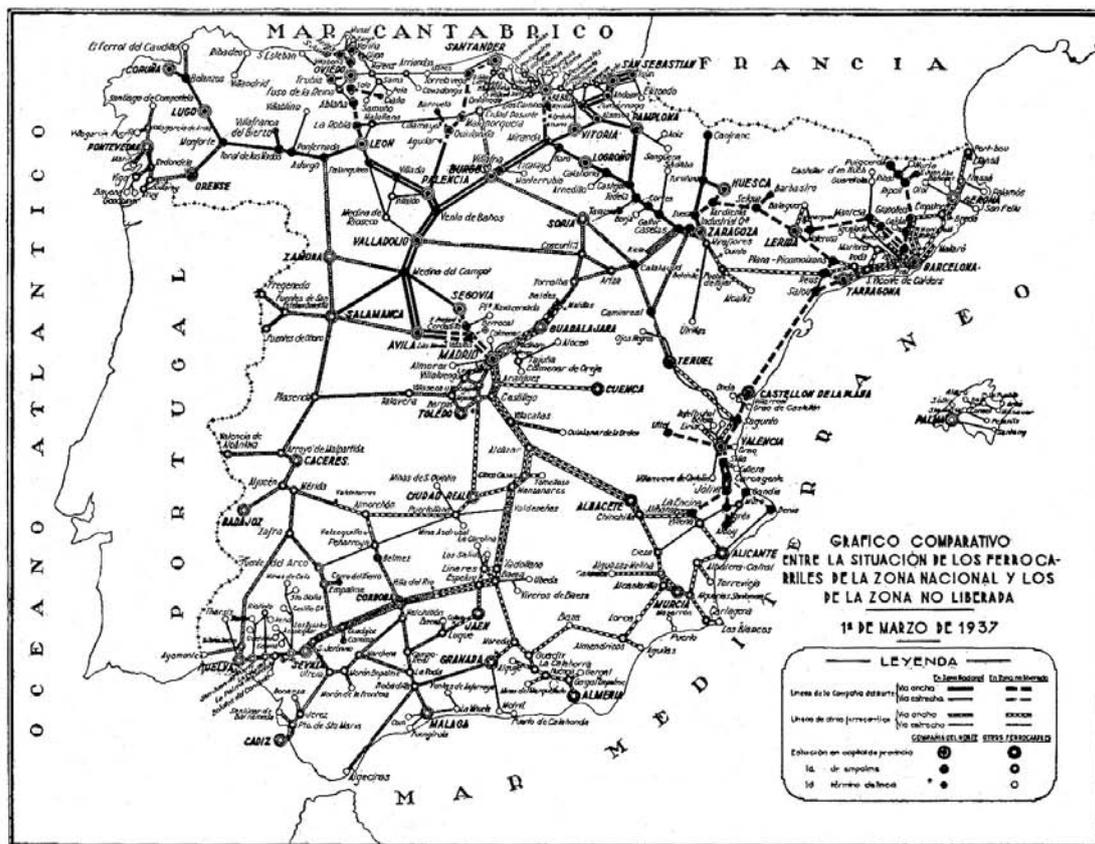


Fig. 3.<sup>a</sup>— Situación de las líneas de ferrocarril en 1.º de marzo de 1937.

ra, de hormigón armado con carriles, se realizó en dieciocho días. También se cimbró, dando paso en breves días, el túnel de Montabliz, donde los rojos habían descarrilado e incendiado un tren de gasolina, incendio que produjo la destrucción de la bóveda y el hundimiento del túnel.

Los primeros servicios que en otro lugar se indican, se realizaron por este motivo con trasbordo. Sin embargo, el paso del túnel de Montabliz constituyó una dificultad grande de explotación, mientras se llegó al hormigonado de su bóveda, ya que cada tren en doble tracción necesitaba el acoplamiento de cuatro máquinas, dos por cabeza y dos por cola, con objeto de que las máquinas pudieran siempre pasar a través de las cimbras de madera con el regulador cerrado.

A pesar de estas dificultades, se hicieron numerosos transportes de tropas, para llevar parte de éstas a la región central y a la línea de Asturias, desde León a

bó todo el frente rojo de Asturias con la ocupación de Gijón y el copo de toda la zona minera.

Las instalaciones de la electrificación de Pajares se encontraron en estado lamentable. La subestación de Pajares, dispuesta para ser volada, se salvó merced a la hábil intervención de un agente ferroviario; pero fué desmontada totalmente y, cargada en 20 vagones, se encontró en la estación de La Cobertoria. Pudo ponerse en marcha la electrificación con la subestación de este último punto; con la reconstrucción del viaducto de Baños, volado también desde los cimientos, y en el que se batió el *record* establecido en Las Fraguas (ya que la construcción de los estribos y pilas, de 20 metros de altura, y la colocación de sus tres tramos, de 12 metros de luz, se realizó en catorce días), se enlazaron el 10 de noviembre los puertos asturianos con Valladolid.

Para el traslado del Ejército victorioso del Norte

TOTAL DE CIRCULACIONES DE CARACTER MILITAR efectuadas durante el Glorioso Movimiento Nacional en las líneas del F.C. Central de Aragón

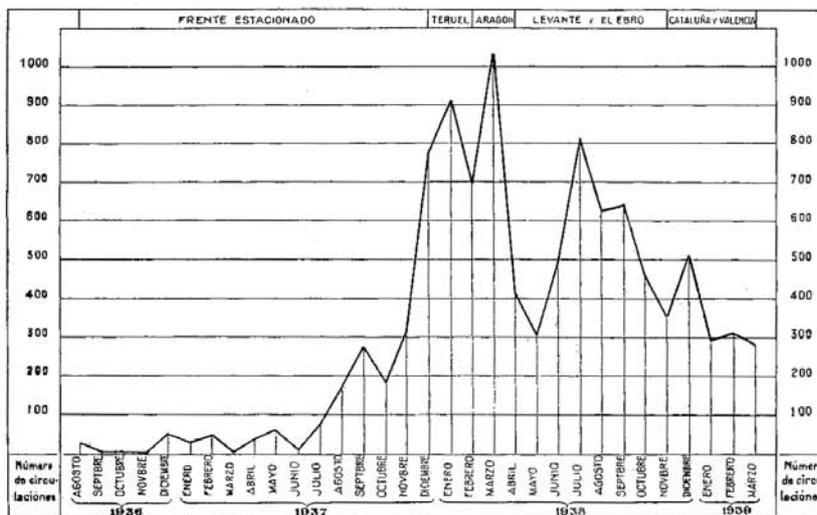


Fig. 4.ª — Gráfico de los transportes militares sobre el ferrocarril Central de Aragón.

La Robla, punto inicial de una de las tenazas en la ofensiva sobre Asturias.

La ofensiva que los rojos desencadenaron contra Zaragoza por esta época (24 de agosto a 5 de septiembre), para contrarrestar las victorias nacionales en el Norte, y que culminó en el sacrificio de Belchite, originó también grandes movimientos de tropas. La contraofensiva nacional que paralizó la iniciativa roja requirió la formación, desde el 26 de agosto al 6 de septiembre, solamente sobre las líneas de la Red Norte de M. Z. A., de 365 trenes con 10 200 vehículos.

Dicha contraofensiva nacional no fué obstáculo para que siguiera el arrollador avance sobre Asturias. El 23 de septiembre se llegó, por la línea de León, hasta la estación de Villamanin, que fué, lo mismo que la población y todos los pueblos de la zona, totalmente arrasada por los rojos. El 8 de octubre se rebasó la zona fortificada de El Alto Sella, y el 21 del mismo mes se derrum-

a otros frentes, se desarrolló una gran actividad en los transportes militares.

La proyectada ofensiva sobre Madrid fué en esta época un modelo de precisión en el desarrollo de los transportes militares; desde el 6 al 15 de diciembre se realizaron 400 trenes para el transporte de 145 unidades de combate y su correspondiente material, por las líneas de M. Z. A. y del Norte.

Iniciada por los rojos la ofensiva contra Teruel, en cuyo frente quedaron débiles guarniciones, hubieron de devolverse a Zaragoza gran parte de las divisiones trasladadas. La contraofensiva nacional que detuvo en Teruel el avance rojo fué una de las más duras experiencias desde el punto de vista ferroviario, ya que fué preciso acumular sobre una larga línea de vía única cantidades enormes de transportes militares. El temporal desencadenado en aquellos duros climas (durante varios días, la temperatura alcanzó 30° bajo cero),

agudizó de modo enorme las dificultades de una línea en la que las pocas aguadas existentes se congelaron, así como el agua de las calderas de numerosas máquinas, que hubieron de apagarse por imposibilidad de encontrar espacio para su retorno a Zaragoza, en dirección contraria a los trenes de tropas.

La línea del Central de Aragón se convirtió por esta fecha en la de abastecimiento de un frente activo, y su explotación fué incorporada a la del Norte, ya que se encontraba falta de elementos para desarrollar esta enorme cantidad de transportes. Basta echar una mirada sobre el gráfico de la figura 4.<sup>a</sup>, para observar cómo se pasó en esta línea de un tráfico muerto a la máxima actividad de la explotación. Se aprecian claramente en dicho gráfico las acumulaciones de transportes militares que señalan las diferentes ofensivas que tuvieron lugar desde esta línea. Hasta la iniciación de la ofensiva del Alframbra, en 1938, constituyó el trozo de Cariñena a Teruel una parte del frente, sobre la que elementos rojos, en patrullas sueltas, hacían incursiones nocturnas, colocando petardos de todo tipo, que en número de varios centenares explotaron durante la campaña sobre dicha línea, molestando su explotación y siendo causa de algunos accidentes.

Como idea de la intensidad de los transportes militares llevados a efecto a últimos de 1937, diremos que desde el 21 de octubre de 1937 hasta el 31 de diciembre de dicho año se organizaron por la Compañía del Norte 5 716 trenes militares, clasificados en la forma siguiente:

Trenes de tropas, 1 780; trenes de aprovisionamiento, 2 353; trenes de material vacío, 894, y trenes hospitales, 679. Precisa aclarar que la denominación de tren, tanto aquí como en lo que sigue, se aplica a cada uno de los que han tenido lugar en las diferentes líneas, tal como éstas se designan en la nomenclatura de la Red.

Durante este año, se hicieron también servicios de importancia en la zona Sur, como lo demuestra el hecho de que, de los 663 600 kilómetros recorridos por trenes militares en la Red de M. Z. A., 324 000 corresponden a dicha zona, y el resto, a la zona Norte.

En ésta se implantó, desde mediados de junio de 1937, un servicio de automotores entre Valladolid y Zaragoza, que salvaba en siete horas los 400 kilómetros de recorrido entre ambas capitales, servicio que subsistió hasta casi el término de la guerra y facilitó en gran manera las importantes relaciones citadas.

Asimismo, las dificultades que para la explotación de líneas de vía única, no preparadas para un tráfico intenso, se encontraban, hicieron que durante esta época se desarrollaran de modo extraordinario los trabajos emprendidos en todas las redes para la ampliación de estaciones, instalaciones de nuevas vías y aguadas, construcción de muelles y apartaderos; de éstos se construyeron tres en la Red del Oeste y uno en la de M. Z. A., que también reforzó de modo considerable la vía de su línea Valladolid-Ariza. Pasó a ser ésta una arteria principal durante el resto de la guerra.

En las líneas del Oeste se realizó también un tráfico intensísimo, llegando a rebasarse las 30 circulaciones diarias desde fin de 1936, en la línea de Salamanca a Plasencia-Empalme, tráfico que llegó a 40 circulaciones

en algunas ocasiones, realizando un servicio normal de 26 trenes diarios en la línea de Salamanca-Cáceres, y de 30 circulaciones, en la de Plasencia-Astorga.

Una notable obra ejecutada en este período es la construcción del puente sobre el río Jerte, arco parabólico de hormigón armado, de 53 metros de luz y 42 de altura, que se construyó en sesenta y cuatro días para permitir el paso de máquinas grandes y, por consiguiente, la circulación de los trenes tipo por la línea de Plasencia-Astorga, en la que antes habían de remolcarse aquéllos con locomotoras pequeñas, constituyendo un nudo en la explotación. Esta obra se terminó el 24 de octubre de 1937.

En este año, y venciendo las dificultades originadas por la falta de elementos especializados de las imprentas en la zona nacional, se rehicieron y publicaron nuevos itinerarios en la mayor parte de las líneas que constituían su red ferroviaria. A partir del 26 de junio de 1937, se reformó el itinerario del famoso tren "Sevillano", dándole enlace en los empalmes para las direcciones Avila, Santander, Asturias, Zaragoza, Leganés y Badajoz. La salida de Sevilla era a las ocho horas, para llegar a Irún a las diecisiete horas del siguiente día; la salida de Irún, a las diez cuarenta y cinco horas, llegando a Sevilla a las veinte horas del día siguiente. Poseía servicios de coches-camas en todo su recorrido.

Se produjo también, en el curso de este año, un acontecimiento de interés, que fué el de la reanudación de las relaciones internacionales ferroviarias con Francia.

Las relaciones internacionales con Portugal se restablecieron rápidamente, al principio de la campaña, y ya desde el 15 de marzo de 1937 se hacían servicios directos entre Lisboa y Salamanca.

Más tarde, y a partir del 26 de julio de 1937, se puso en circulación el antiguo sudexpreso entre Lisboa e Irún, cuyos servicios directos se regularizaron desde el 15 de octubre; pero toda relación internacional para más allá de dicha frontera se encontraba cortada por ferrocarril, con motivo de la tirantez existente en las relaciones con Francia.

Dominado este país por el nefasto Frente Popular, a partir de la toma de Irún por las tropas nacionales y del incendio de esta villa por las hordas marxistas en retirada sobre Hendaya, se habían levantado los carriles y cortado las catenarias de tracción eléctrica sobre el Puente Internacional. La prolongación de la guerra indujo al Gabinete francés a solicitar oficiosamente, por medio de los elementos ferroviarios de la vecina Red (entonces P. O. Midi), sin aparentar un acto de gobierno, una entrevista con los representantes de los ferrocarriles españoles; entrevista que tuvo lugar el día 20 de agosto de 1937, en la estación de San Sebastián, después de un cambio de notas.

En dicha primera reunión, se convinieron los términos en que podrían hacerse los servicios de viajeros entre Irún y Hendaya, para continuar la relación del surexpreso desde Lisboa, así como los servicios anejos de paquetes postales, equipajes, aduana y policía.

La dificultad estribaba en que el paso de los agentes ferroviarios extranjeros de uno a otro país podía originar incidentes, que era preciso evitar. En efecto; los

agentes españoles estaban dispuestos a ostentar y sostener con legítimo orgullo su procedencia nacional y franquista, y los agentes franceses se encontraban envenenados y prevenidos por la C. G. T. contra los "fascistas" españoles.

En estas circunstancias, hubo que eludir todo contacto entre unos y otros agentes, y para ello se convino en que el Ferrocarril P. O. Midi cedería a la Compañía del Norte, bajo un alquiler de tipo formal, una locomotora de ancho francés para hacer la maniobra entre ambas estaciones fronterizas.

El trasbordo de viajeros y equipajes había de hacerse exclusivamente en Irún. El tren francés era empujado por la máquina francesa hasta el Puente Internacional; la máquina de ancho francés, conducida por nuestros agentes, avanzaba desde Irún a recoger la composición, sin penetrar en territorio francés. Para recoger los viajeros del tren español, se hacía la misma maniobra anterior, con una composición de coches vacíos que a este efecto se enviaba desde Hendaya, y que luego se retiraba mediante una maniobra inversa a la anteriormente descrita.

El 5 de noviembre de 1937 se dió principio a este servicio, para realizar el cual se vió obligado el Gobier-

no francés a solicitar permiso de la C. G. T., originándose aún, a pesar de ello, algunos incidentes. La segunda conferencia, convocada en Hendaya, hubo de tener lugar en Ascaín, pues la prensa roja de la región anunció que en Hendaya se celebraría una reunión de "fascistas" españoles y franceses, y se temió la producción de disturbios.

El horario acordado para el sudexpreso fué:

Salida de París (día A).	11 h. 30 mt.
Idem de Irún (día A).	21 h. 45 mt.
Idem de Villar Formoso (día B).	14 h. 30 mt.
Llegada a Lisboa (día B).	23 h. 57 mt.

En sentido inverso:

Salida de Lisboa (día A).	8 h. 40 mt.
Idem de Fuentes de Oñoro (día A).	19 h. 03 mt.
Idem de Irún (día B).	10 h. 35 mt.
Llegada a París (día B).	20 h. 48 mt.

Aunque las conversaciones con los ferrocarriles franceses ya no se interrumpieron, el servicio, en la forma antes descrita, continuó hasta el reconocimiento oficial del Gobierno Nacional por el Gobierno francés.

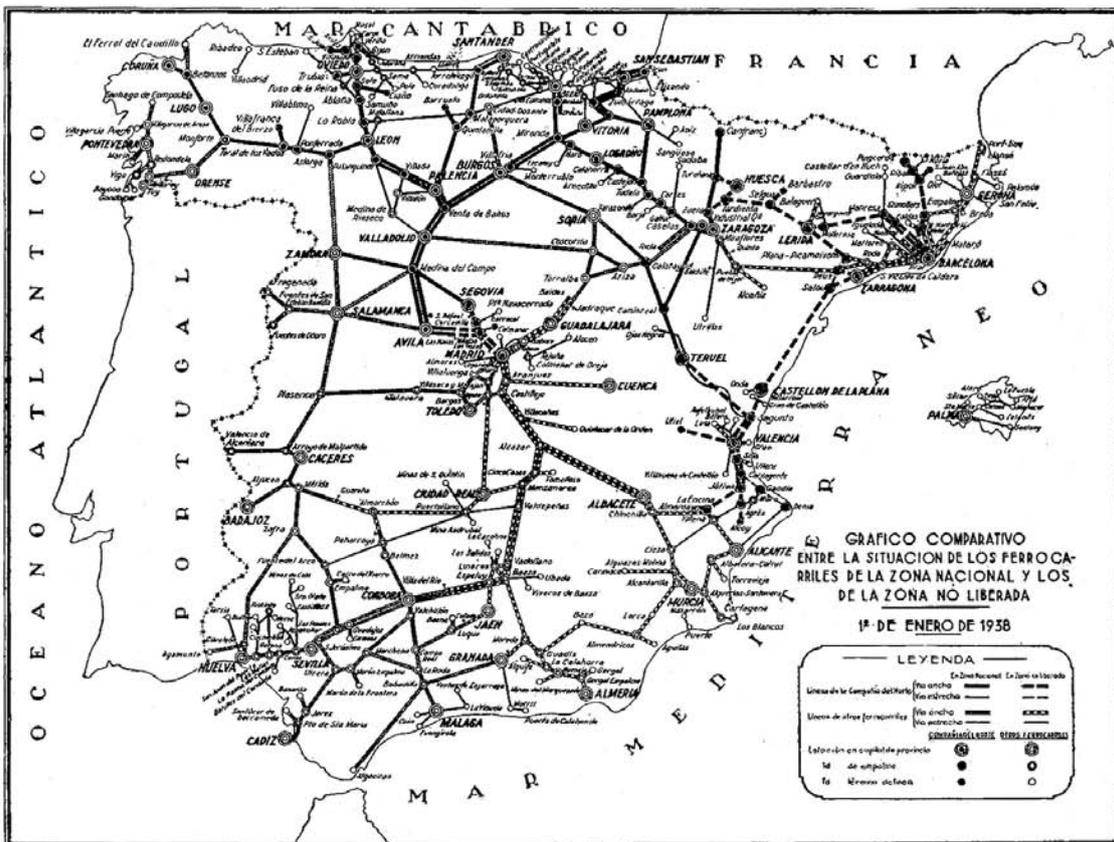


Fig. 5.ª — Situación de las líneas de ferrocarril en 1.º de enero de 1938.

**TERCER PERÍODO**

**1.º de enero de 1938 a 1.º de julio de 1938.**

La situación que refleja el estado de las líneas al comienzo y término de este período se representa, respectivamente, en los gráficos de las figuras 5.ª y 6.ª. Al iniciarse aquél, la Red liberada en las líneas de la Compañía del Norte era de 2 370 kilómetros, y el parque de material estaba constituido por 684 locomotoras de vapor, 36 eléctricas y 19 200 coches y vagones. Al finalizar el mismo, la extensión de la Red liberada en las líneas del Norte era de 2 700 kilómetros, y en la de M. Z. A., 1 345 kilómetros. El Parque de Material no varió sensiblemente, puesto que permaneció el mismo en las líneas de M. Z. A., y en las del Norte sólo aumentó 21 locomotoras de vapor y 270 coches y vagones.

Pero los servicios militares se multiplicaron extraordinariamente, al par que las necesidades civiles eran también constantemente crecientes. Las líneas de Mérida-Sevilla, y sobre todo las de Valladolid-Ariza y Miranda-Zaragoza, fueron las arterias más importantes de los transportes ferroviarios durante todo este año.

A principios del mismo, continuaron los grandes transportes de tropas sobre las líneas del Central de Aragón, estabilizándose dicho frente después de conte-

nida la ofensiva roja. Posteriormente, continuó la acumulación sobre este frente y sobre los contiguos de Aragón, de toda clase de elementos, ya que aquéllos fueron los puntos de partida desde los cuales se iniciaron las grandes ofensivas nacionales que seguidamente tuvieron lugar. El gráfico de la figura 4.ª da idea de la intensidad de estos transportes en la época considerada.

La reconquista de Teruel y la batalla del Alfabra marcaron el comienzo de dichas ofensivas. La actividad guerrera, se desplegó en varias direcciones, llegando, por un lado, a Puerto Escandón, y por el otro, a Caspe y Puebla de Híjar, liberándose toda la zona de Huesca, cuyo sitio se levantó, así como el Alto Aragón, como consecuencia del hundimiento de la línea fortificada del Cinca. Lérida se tomó el 3 de abril de 1938.

Desde el 21 de febrero al 20 de marzo, se hicieron sobre las líneas del Norte, para esta ofensiva, 1 811 trenes militares de tropas, aprovisionamiento, material vacío y hospitales.

Las grandes destrucciones que en su retirada realizaron los rojos sobre las líneas del ferrocarril constituyeron un obstáculo, rápidamente vencido, para la organización de los transportes ferroviarios en la zona conquistada. Entre otras obras ferroviarias, volaron las hordas marxistas los grandes puentes de Caspe (sobre

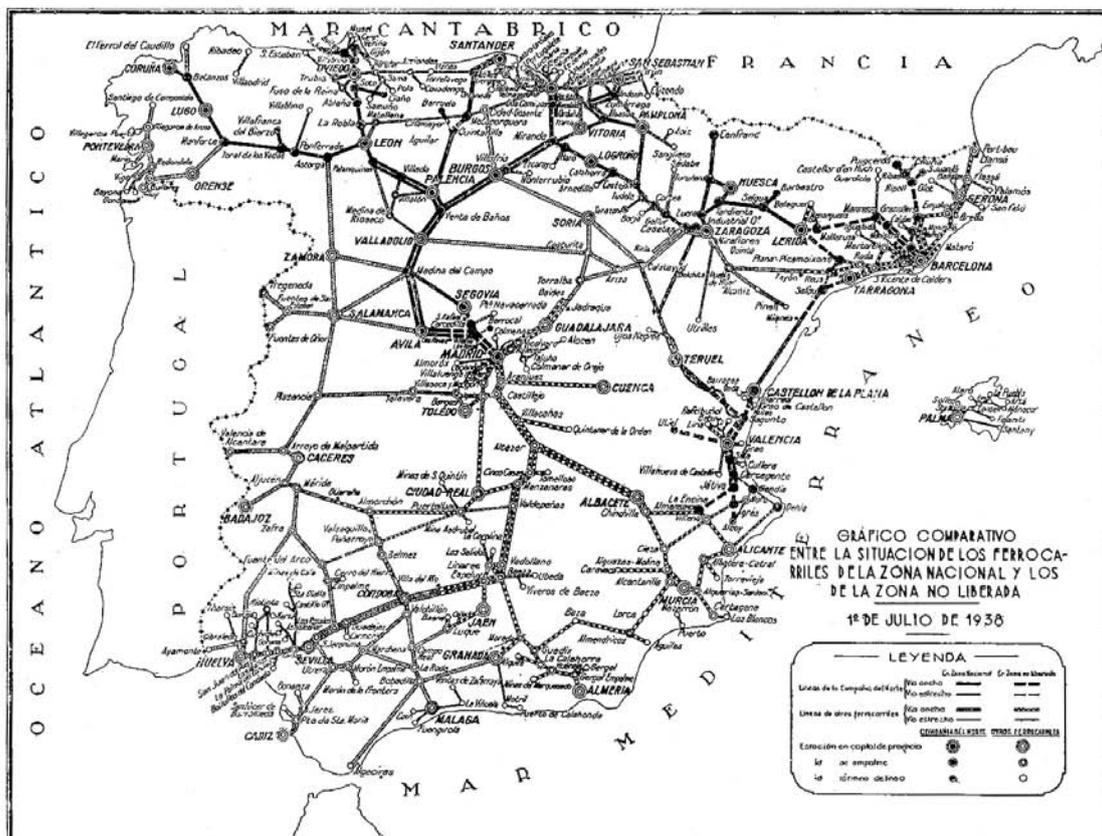


Fig. 6.ª — Situación de las líneas de ferrocarril en 1.º de julio de 1938.

el río Guadalupe), Sariñena (sobre el río Alcanadre) y Monzón (sobre el río Cinca), los dos últimos sobre la línea de Zaragoza a Lérida. En la línea de Tardienta a Huesca aparecieron también enormes destrozos, pues en grandes secciones de la misma fueron levantados los carriles para hacer trincheras y casi borrada la explanación.

El 20 de abril se restableció la circulación entre Zaragoza y Canfranc, que fué la segunda frontera con Francia en poder de la España Nacional, y reconstruídos los puentes del Alcanadre y del Cinca, en el término de un mes, el primero, y de diecinueve días, el segundo, se dió paso el 9 de mayo sobre la línea de Zaragoza a Lérida.

En los primeros días del mes de abril de 1938, uno de los victoriosos Ejércitos Nacionales avanzó rápidamente hacia el Mediterráneo, llegando el día 15 a Vinaroz y cortando en dos partes la zona ocupada por el enemigo, al que asestó con ello un rudo golpe. Siguió nuestro Ejército avanzando sobre la costa, liberándose sucesivamente las estaciones de la línea de Valencia, en toda la cual se encontraron grandes destrozos; muchas estaciones estaban arruinadas, y entre ellas, la de Torreblanca se encontraba convertida en un montón de escombros por la explosión de un tren de municiones rojo que fué allí alcanzado por una bomba de la Aviación Nacional. Asimismo, las líneas telegráficas y telefónicas se encontraban totalmente destruídas.

El día 17 de mayo se inició por esta línea el servicio de trenes desde Vinaroz, por un lado, hasta Santa Bárbara, estación inmediata a Tortosa, cuyo puente sobre el Ebro habían volado los rojos, y por el otro, hasta Benicarló, continuando avanzando hacia el Sur, a medida de la reparación de la línea. El día 12 de junio se llegó a Alcosobre, el 13 entraron las tropas nacionales en la ciudad de Castellón y el 15 de junio se restableció el servicio de trenes entre Vinaroz y Castellón, utilizando las máquinas allí encontradas y unos 200 vagones útiles. Las aguadas de la línea estaban destruídas, por lo que al principio fué preciso que los trenes condujeran cisternas para el suministro de agua a las locomotoras.

En el puerto de Castellón se encontraron cerca de 1 500 toneladas de carbón, de las cuales parte se utilizaron para los transportes antes citados, hasta que a fines de junio empezaron a llegar barcos de combustible de la zona nacional.

Al compás de los avances del Ejército, se fueron liberando otras estaciones, hasta la de Nules, la mayoría de las cuales se encontraban destruídas; desde Castellón hacia el Sur no se realizaron servicios regulares.

Iniciada la ofensiva sobre el Mediterráneo, se decidió la construcción de la línea de Alcañiz a San Carlos de la Rápita, cuya explotación se encomendó a la Compañía del Oeste. El día 12 de abril circularon ya trenes por el primer trozo de línea (20 kilómetros hasta Valdejunquera), simultaneándose los transportes militares con los trenes de trabajo. Se llevaron allí elementos de otras líneas, y a mediados de junio se llegó ya con la línea a la estación de Pinell (kilómetro 72).

Por esta línea, apenas sin asentar, de perfil acciden-

tadísimo, casi sin aguadas, y las pocas existentes, de pésima calidad, se llevó a cabo un tráfico intensísimo, que culminó durante la batalla del Ebro, llegándose a transportar 3 000 toneladas diarias de material de guerra.

El período que se examina fué muy activo, no solamente en la reconstrucción de los destrozos encontrados en las líneas que se iban liberando, sino en la ampliación de vías de estaciones para atender los servicios militares, sustitución de puentes, etc. Se inició también en el mismo la construcción de la doble vía de Castejón a Zaragoza como medio de aliviar esta sección del enorme tráfico que sobre ella pesaba.

Las estaciones de Zaragoza constituyeron, durante ésta y las posteriores ofensivas nacionales, un gran nudo de clasificación de material sobre todos los frentes, y se desarrollaron con muchas dificultades, a pesar del auxilio de las grandes estaciones próximas, en las que se realizaron algunas ampliaciones. Entre estas estaciones, tuvieron la de Zaragoza-Clasificación y La Almozara de la línea de M. Z. A., un servicio especialmente recargado. En cuanto a la última, no solamente funcionaba como depósito de material de transportes militares (de los que llegó a tener 500 vagones estacionados), realizando además un removido diario de más de 800 vagones, sino que también ejercía una función de dirección de trenes, debido al gran número de los que se cambiaban entre las líneas del Norte, M. Z. A. y Central de Aragón, con cinco direcciones (Casetas-Valladolid, Casetas-Miranda, Zaragoza-Huesca-Lérida, Zaragoza-Caspe y Zaragoza-Teruel). Se hizo preciso, para organizar esta función, la colocación de un puesto único de circulación, desde el cual se llegaron a dirigir cerca de 3 000 trenes mensuales.

Desde el 2 de enero de 1938, y en vista del gran movimiento de viajeros entre las zonas nacionales Norte y Sur, se añadió al tren surexpreso una rama directa con coches-camas y ordinarios, entre Irún y Cádiz, que desde Salamanca se dirigía sobre aquella última capital, y que fué bautizado con el nombre de tren "Gaditano".

También desde el 25 de agosto de 1938, y para facilitar sobre todo las corrientes de militares permisionarios entre los amplios frentes de la zona de Zaragoza y el Centro y Sur de España, se puso en circulación el llamado tren "Zaragozano" entre Sevilla y Zaragoza, por Valladolid, con combinaciones para Teruel, Soria, Lérida, Galicia, Leganés y Valencia de Alcántara. La salida de Zaragoza se efectuaba a las quince horas treinta minutos, para llegar a Sevilla a las diez horas treinta minutos del subsiguiente día; de Sevilla salía el tren a las dieciocho horas veinte minutos, llegando a Zaragoza a las dieciocho y veinte del día subsiguiente.

En esta época se realizaban ya reparaciones en locomotoras y coches por las industrias de Zaragoza y Bilbao, y en 1.º de marzo se creó en Valladolid la Oficina Común de Material Móvil, que tenía por objeto el conocimiento de la situación y distribución del material móvil entre las diferentes redes y zonas de la España Nacional, con arreglo a las necesidades civiles y militares de cada una de ellas. Esta Oficina instituyó una

serie de documentos, que sirvieron para establecer la situación del material y su paso por los empalmes.

De la situación realizada en 1.º de agosto de 1938, a la que correspondía una Red liberada de 7 500 kilómetros de vía ancha, de los 12 000 que compone la Red de vía ancha española, se dedujo una existencia total de 35 100 vagones, de los cuales existían 28 600 en la zona Norte, y 6 500, en la zona Sur.

La existencia media de vagones en las principales redes, durante el año 1938, fué la siguiente:

Red del Norte, 15 000; M. Z. A. (ambas zonas), 8 800; Oeste, 4 300, y Andaluces, 2 000.

De estos 35.000 vagones, 4.000 estaban inútiles, y si se comparan estas cifras con los 72.500 vagones que componían el Parque de vía ancha anterior a la guerra, se comprenderán las dificultades, en esta época agravadas, que se encontraban para ajustar esta desproporción entre el kilometraje liberado, los intensos servicios realizados y el escaso material disponible.

**CUARTO PERIODO**

**1.º de julio de 1938 a 10 de febrero de 1939.**

Se inicia este período con la ofensiva roja sobre el Ebro, que pretendió contrarrestar las ofensivas nacio-

nales, y durante la contraofensiva nacional que paralizó aquélla, se realizaron en las líneas del Norte, desde el 25 de julio hasta el 15 de septiembre, 2 979 trenes militares.

También las líneas de M. Z. A. sufrieron el gran peso de estos transportes. En el año 1938, cargaron sobre la zona Norte de M. Z. A. mayores esfuerzos que sobre la zona Sur. El recorrido de las máquinas excedió, en este año, de 52 000 kilómetros mensuales, en los depósitos de Zaragoza, Arcos y Aranda, los cuales sólo contaban con 86 locomotoras para servicio de los trenes, lo que daba unos coeficientes de 0,19 por máquina y 236 CV. por kilómetro de vía explotada, cuando los normales eran de 0,30 y 430 CV. (datos de 1935).

Terminada a mediados de noviembre la batalla del Ebro, se inició la preparación de la ofensiva sobre Cataluña, para la cual se transportaron durante el mes de diciembre, por las líneas del Norte, 1 950 trenes militares. Desde el 13 al 28 de diciembre, la estación de Sariñena, en la que rápidamente se ampliaron varias vías, fué estación terminal de estos transportes, porque la gran avenida del río Alcanadre, el 13 de diciembre, desplazó los castilletes del puente provisional sobre dicho río, y aunque los tramos no llegaron a caer, se tardaron doce días en la construcción de los nuevos apoyos (castilletes de 27 metros de altura).

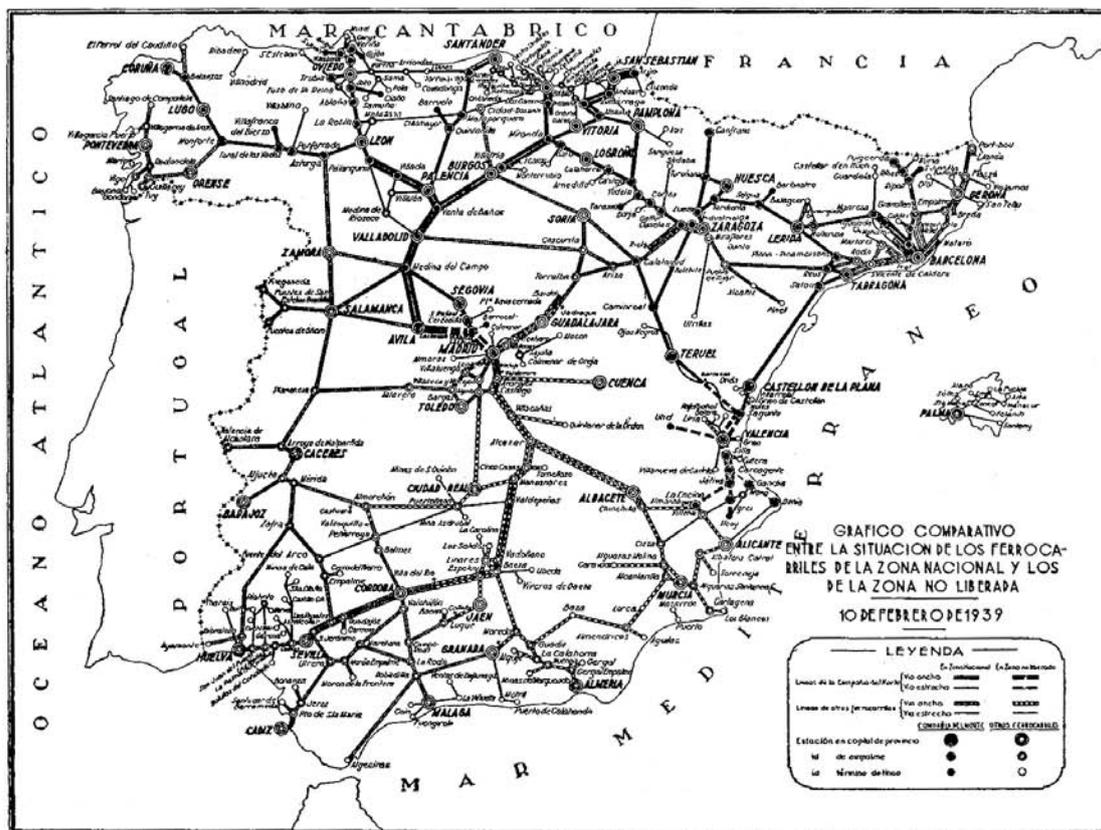


Fig. 7.ª— Situación de las líneas de ferrocarril en 10 de febrero de 1939.

Iniciada la ofensiva sobre Cataluña el día 23 de diciembre de 1938, los avances por el ferrocarril continuaron detrás de las tropas victoriosas, en la medida que lo permitieron las grandes destrucciones efectuadas por los rojos en su huida; las hordas marxistas no solamente volaban los grandes puentes, sino también los terraplenes, produciendo numerosos cortes, muy molestos de subsanar. Los trenes de avance que trabajaban en cada una de las líneas por las que se efectuaban los de las tropas desarrollaron enorme labor.

Tomado Barcelona el día 26 de enero, se puso inmediatamente en marcha la electrificación, y, a pesar del estado en que se encontraron los coches automotores, se hicieron inmediatamente servicios hasta Tarrasa y hasta Vich, una vez liberada esta población y reparadas las averías que se encontraron en las líneas catenarias. El día 10 de febrero de 1939 marca la fecha en que se llegó a la frontera francesa, quedando toda Cataluña en poder del Ejército Nacional; la situación de las líneas en poder de España se representa en el gráfico de la figura 7.\*

El día 11, reconstruídos provisionalmente los cinco puentes más importantes volados por los rojos en la línea de Zaragoza a Barcelona por Lérida, así como el sinnúmero de alcantarillas, pontones y cortes, se dió vía libre entre ambas capitales. Como ésta era la única disponible para enlazar Barcelona con Zaragoza, debido a las enormes destrucciones llevadas a cabo por los rojos en todas las demás líneas ferroviarias, resultó desde el primer momento excesivamente recargada de servicio.

Mención aparte de los debidos a las incalculables destrucciones llevadas a cabo por los rojos, la liberación de Barcelona planteó otros nuevos problemas al ferrocarril.

En primer lugar, la mayoría del material motor que se encontró en esta región, hasta la proporción indicada al principio de esta nota, estaba prácticamente inútil; fué por ello preciso no sólo organizar activamente su reparación en los talleres de las Compañías, sino traer elementos de otros Depósitos del interior, mermando sus efectivos, de por sí ya recargados de trabajo.

Por otra parte, no solamente era necesario atender a los transportes militares, que desde el primer momento se desarrollaron de un modo intenso, sino al abastecimiento de la población civil y a la evacuación de los innumerables refugiados, que, traídos de toda la España roja, se concentraron en Cataluña. Estos refugiados afluían a Barcelona a millares, llevando consigo sus enseres y ajuares, y ocupando en los primeros días, y en tanto no pudieron ordenarse estas corrientes, los vestíbulos y patios de las estaciones de ferrocarril. De todos modos, fué preciso atender de modo inmediato a la evacuación de estas gentes, en su mayoría en estado lamentable de miseria y depauperación, organizándose para ello trenes con todo el material disponible, y en los que, solamente por las líneas del Norte, se llegaron a evacuar de 4 000 a 5 000 refugiados diarios para todos los destinos de la España Nacional.

Asimismo, el personal ferroviario que encontraban las Compañías, a medida de los avances y después del

total derrumbamiento de Cataluña, se encontraba generalmente en estado lamentable; asoladas las comarcas y carente aquél de todo recurso, había de atenderse a la alimentación de estos agentes en los primeros días de la llegada de las tropas. Así, durante el avance sobre Tarragona, la Compañía del Norte organizó trenes y camiones de abastecimiento que gratuitamente suministraban a los agentes grandes cantidades de víveres para el sostenimiento propio y de sus familias. En Barcelona y su zona circundante, se despacharon de este modo más de 7 000 lotes de víveres, capaces cada uno para el sostenimiento de una familia durante varios días.

Con la liberación de Barcelona completó la Compañía del Norte la casi totalidad de su Red. Respecto de la de M. Z. A., el 10 de febrero, las líneas liberadas sumaban 1 811 kilómetros, es decir, próximamente la mitad de su Red. El material de ésta se encontró en el mismo estado que el del Norte, es decir, casi completamente destruído. El depósito de Mora fué levantado, y aparte de la voladura del puente de García, sobre el Ebro, que constituyó una gran dificultad para el restablecimiento del servicio, sufrieron las líneas de M. Z. A. la voladura de 27 grandes puentes y varios túneles.

Por este motivo, como ya antes se indica, el peso de todos los transportes ferroviarios civiles y militares recayó sobre la línea de vía única del Norte, entre Zaragoza y Barcelona, por Lérida; línea de perfil accidentadísimo y en la que, además, se encontraban destruídas las aguadas, o sin servicio, debido a las voladuras efectuadas por los rojos en los canales de la región.

A pesar de estas dificultades, los transportes civiles y de evacuación se simultanearon con los militares, que alcanzaron la intensidad más adelante reseñada.

En esta época fué también intenso el tráfico sobre las líneas del Oeste. En Extremadura, y con motivo de la fracasada ofensiva roja en este punto, entre Salamanca y Empalme, se llegaron a hacer 74 circulaciones (cada veinte minutos, el día 8 de enero de 1939), y el día 10 se transportaron 6 500 toneladas brutas de transportes militares en sentido Empalme.

## QUINTO PERIODO

### *10 de febrero de 1939 hasta la total liberación de España.*

Durante los meses de febrero y marzo de 1939, se realizaron por la línea de Zaragoza a Barcelona y las siguientes del Norte, en direcciones Castilla y Extremadura, para la movilización de los Ejércitos de Cataluña hacia el centro de España, 4 003 trenes militares, de los que fueron 1 528, de tropas; 1 655, de aprovisionamiento; 419, de material vacío, y 401, hospitales.

El hundimiento de la zona roja en Valencia y Madrid planteó también difíciles problemas al servicio ferroviario, agudizados sobre todo en la zona de Madrid, en la que se encontraron grandes destrucciones en las instalaciones ferroviarias. Todas las de señalización, enclavamiento y comunicaciones estaban destruídas en una gran extensión alrededor de la capital. Parte de la doble vía de M. Z. A. se encontraba levantada, y una

Circulaciones de TRENES DE TROPA efectuadas durante el Glorioso Movimiento Nacional en las líneas de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España

todas las líneas del Norte.

\* \* \*

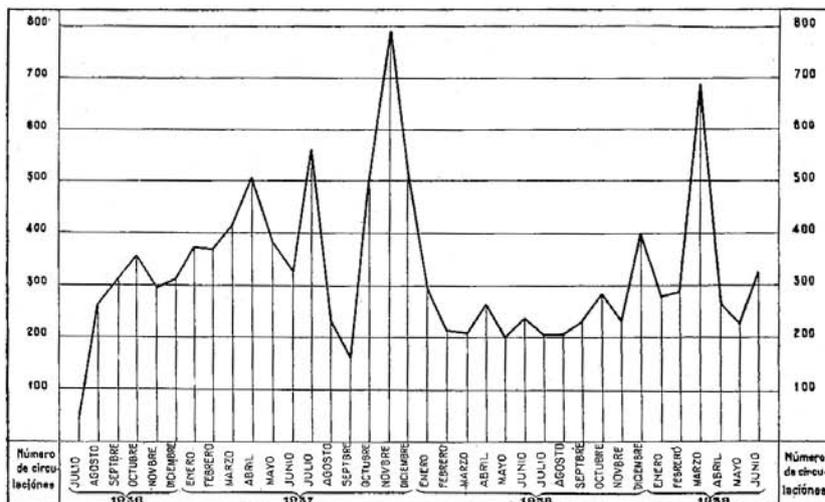


Fig. 8.ª — Gráfico de los trenes de tropas realizados sobre la Red del Norte.

Como idea general de los servicios de transportes militares que se acaban de mencionar, en las figuras 8.ª a 11 se representan, por meses, los que tuvieron lugar en la Red de la Compañía del Norte durante la campaña, separados por categorías (trenes de tropas, de aprovisionamiento y hospitales), y el total de los trenes de carácter militar puestos en circulación sobre dicha Red.

Se aprecia en los mencionados gráficos que la mayor densidad de transportes de tropas corresponde al último período del año 1937, en que todo el transporte del Ejército del Norte recayó sobre las líneas de dicha Compañía; la movilización del Ejército de Cataluña sobre el centro se hizo, en parte, por la de M. Z. A., embarcando las tropas en Prat, una vez reparado, provisionalmente, el puente de García sobre el río Ebro.

de las dobles vías del Norte se hallaba totalmente destruída desde Madrid a Robledo, faltando hasta el balasto, el cual se había utilizado para el afirmado de caminos y pistas; la otra vía tampoco existía en varios trozos desde Madrid hasta el kilómetro 244 a partir de la capital.

Asimismo se encontró totalmente levantada la estación de Las Matas, faltando más de 18 kilómetros de vía, destruída casi completamente la estación de Príncipe Pío y sus instalaciones, así como las locomotoras, coches y vagones que se encontraron en las diversas estaciones de Madrid.

Liberado Madrid el 26 de marzo de 1939, antes de ocho días se logró dar paso hacia el Sur por las líneas de M. Z. A. Por la línea del Norte, los trenes de avance que venían de la Sierra sobre Madrid establecieron contacto el día 5 de abril con las brigadas que reparaban la vía desde la capital, y el día 6 de abril tuvo lugar, a las trece horas treinta minutos, la primera circulación (un automotor) entre Madrid y Valladolid.

Inmediatamente comenzaron a llegar trenes de abastecimiento a la capital, y el día 10 de abril se hicieron los primeros trenes regulares de viajeros desde la estación de Madrid - Príncipe Pío sobre Valladolid, con enlace para

En cambio, en los trenes de aprovisionamiento se marcan claramente las principales ofensivas nacionales: Bilbao, Santander, Asturias, las batallas del Alfambra y del Ebro y la toma de Cataluña.

El total de los trenes militares realizados durante la campaña en la zona Norte nacional, que es la que llevó el mayor peso de la guerra, es decir, en la Red de la

Circulaciones de TRENES DE APROVISIONAMIENTO de carácter militar efectuadas durante el Glorioso Movimiento Nacional en las líneas de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España

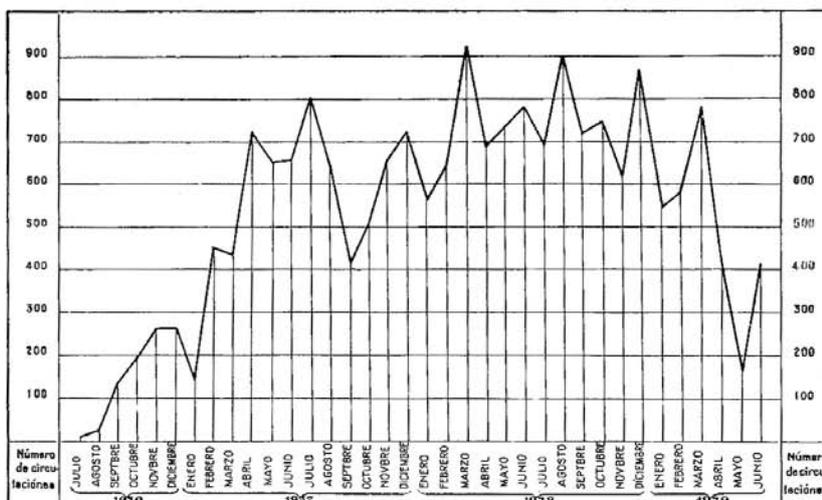


Fig. 9.ª — Gráfico de los trenes de aprovisionamiento realizados sobre la Red del Norte.

Compañía del Norte y en la Red Norte de la de M. Z. A., es la siguiente:

	TRENES
Red de la Compañía del Norte . . . . .	50 393
Red de la Compañía de M. Z. A. . . . .	12 384
<b>TOTAL. . . . .</b>	<b>62 777</b>

\*\*\*

Los resultados deducidos de la anterior exposición, puestos en relación con los medios de que se disponía y las dificultades de todo orden que ha sido preciso vencer, dan la medida del esfuerzo desarrollado por los ferrocarriles españoles durante la guerra de liberación. Pero este esfuerzo ha tenido su precio: en el personal, con la vida algunas veces, y muchas, con la salud de sus agentes; en el material, con un desgaste del cual no podrá en varios años reponerse el Parque de material motor y móvil español.

Baste tener presente que salió éste de la guerra con casi un 50 por 100 de máquinas inútiles en el Parque de locomotoras de vapor; la misma proporción, en el de coches, y un 25 por 100, en el de vagones; y en cuanto a estos últimos, el material que circulaba se encontraba en su mayoría en muy mal estado de conservación. Las adversas circunstancias actuales en el exterior impiden acelerar el ritmo de las reparaciones y la reposición de estos Parques, sobre los que se ha volcado todo el trans-

Circulaciones de TRENES HOSPITALES de carácter militar efectuadas durante el Glorioso Movimiento Nacional en las líneas de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España.

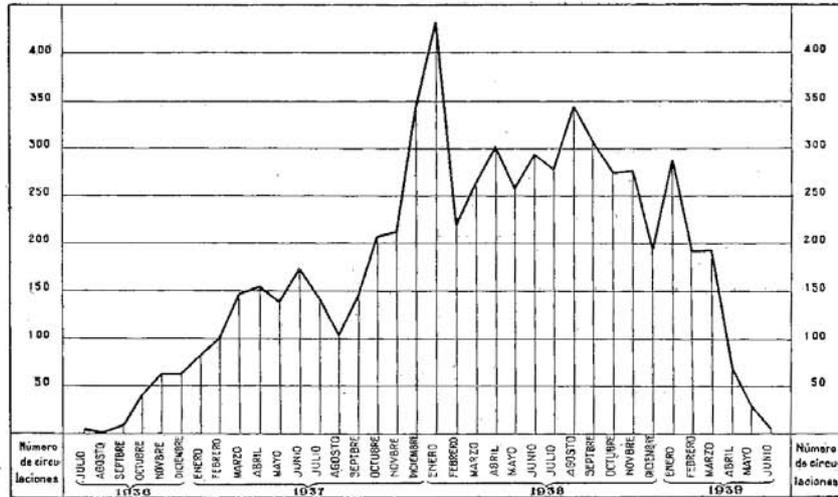


Fig. 10. — TRENES hospitales realizados sobre la Red del Norte.

porte nacional, constituye al presente un grave problema.

Así, pues, si la guerra fué una prueba de la capacidad del ferrocarril y del esfuerzo y patriotismo de sus agentes todos, personal obrero y directivo, técnicos y empleados, para unos y otros, el ferrocarril y los ferroviarios, no ha habido descanso en la paz.

Su mejor galardón, ahora como entonces, será merecer el bien de la Nación, expresado a la terminación de la Gloriosa Cruzada Española en la felicitación de su Excelencia el Generalísimo, que, transmitida por la

Jefatura del Servicio Militar de Ferrocarriles, y en unión de la de esta última, transcribimos a continuación como final de esta reseña:

“CUARTEL GENERAL DEL GENERALÍSIMO. — Estado Mayor. — R. J. T. — Sección 4.ª, número 7671. — Como en tantas otras ocasiones, una vez más se ha puesto de manifiesto, durante la ejecución de los transportes ferroviarios que hubo necesidad de hacer para trasladar el victorioso Ejército de Cataluña a otros teatros de operaciones, el admirable espíritu, gran capacidad de trabajo, resistencia a la fatiga y laudable estímulo del personal de todo orden, tanto militar como civil, de ese Servicio de Ferrocarriles y de las Empresas ferroviarias. No se ocultaba a S. E. el Generalísimo las dificultades

TOTAL de CIRCULACIONES de CARACTER MILITAR efectuadas durante el Glorioso Movimiento Nacional en las líneas de la Compañía de los Caminos de Hierro del Norte de España

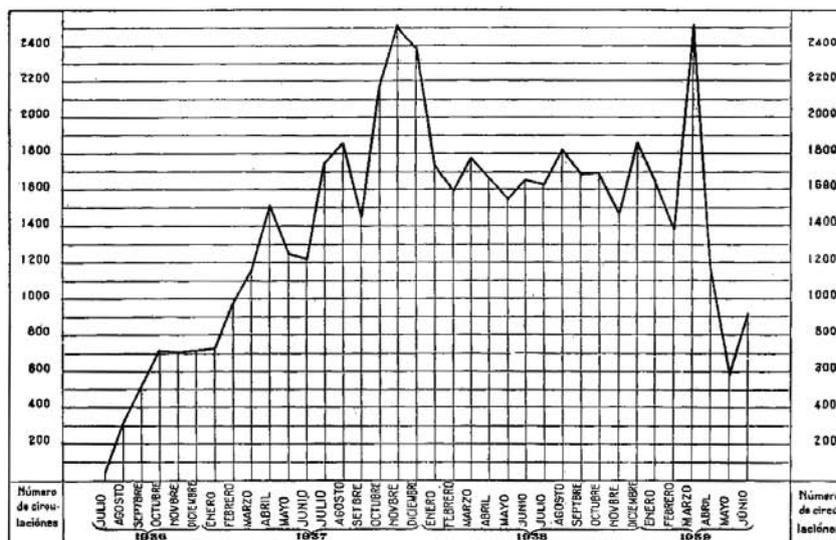


Fig. 11. — Total de trenes militares realizados sobre la Red de la Compañía del Norte.

que un transporte de tal entidad habían de entrañar; pero contaba de antemano, por la experiencia adquirida en dos años y medio de campaña, con que el esfuerzo del personal supliría indudablemente la escasez de su número, la falta de capacidad de circulación de las líneas, la penuria del material móvil y el deficiente estado del de tracción, y así, S. E., al decretar la ejecución del movimiento ferroviario, manifestó expresamente su esperanza de que pudiera llevarse a cabo en el plazo marcado, porque confiaba en que todos responderían ampliamente a este nuevo esfuerzo que se les pedía. Los hechos demostraron que no era vana esta confianza puesta en el personal ferroviario. Más de 700 trenes empleados en este transporte, utilizando al máximo rendimiento la capacidad de las líneas, cuyo trazado veíase en numerosos puntos interrumpido por las destrucciones a que el enemigo se había dedicado con saña, prontamente salvadas por obras de circunstancias que hacían el paso más lento y difícil, con la falta de personal motivada por la ampliación de las líneas y gran número de empleados llamados a filas, y sin que, a pesar de todo ello, se haya producido la menor alteración en los cuadros de marcha previstos, denotan, tanto en el personal directivo como en el personal de trabajo, el inteligente desvelo y desinteresada y patriótica abnegación que unos y otros han puesto en el cumplimiento de su deber, y que S. E. ha tenido a bien elogiar, por lo cual transmito su felicitación a todo el personal que en este transporte ha tomado parte.

Lo que comunico a V. para que lo haga llegar al personal de ese Servicio Militar de Ferrocarriles y al personal civil de las Empresas, tanto obrero como técnico y administrativo, para conocimiento y satisfacción de todos.

Dios guarde a V. S. muchos años.

Burgos, 27 de marzo de 1939. — Tercer Año Triunfal. — El General Jefe de Estado Mayor, *Francisco Martín Moreno*. — Rubricado. — Sr. Teniente Coronel Jefe del Servicio Militar de Ferrocarriles. Valladolid."

"Al tener la satisfacción de trasladar a V. S. esta felicitación, que tanto nos honra, quiero hacer constar de una manera explícita que las escasas disponibilidades que en personal de Jefes y Oficiales, tropas ferroviarias y material de todas clases existían en los comienzos de la guerra y a lo largo de ella, hubieran imposibilitado, no ya la eficacia, sino incluso la iniciación de este servicio militar, si desde los primeros instantes las Empresas, con una clara visión de la realidad, no se hubieran apresado a poner su patrimonio y abnegación al servicio de la Causa Nacional, y para ello, adaptando su espíritu al tono militar del nuevo Estado que nacía, se convirtieron en los mejores colaboradores de esta Jefatura. En efecto; con ocasión de las diversas ofensivas, los agentes de las Compañías han recorrido las líneas frecuentemente minadas; han transitado por lugares batidos por el enemigo, sin poner nunca el menor reparo al peligro, ni aun por personal no comprendido en quintas movilizadas; han desconocido la fatiga, no obstante las agobiadoras jornadas inacabables sobre máquinas y trenes, y, por último, Ingenieros cuya competencia es sólo comparable a su abnegación y a su audacia constructiva, han improvisado, en estrecha compenetración con esta Jefatura, reparaciones de puentes con una rapidez, con un derroche de felices ideas fielmente realizadas y con una precisión constructiva admirable en el cumplimiento de fechas previamente acordadas por el Mando, que han causado la admiración y el favorable comentario de cuantos las han presenciado, en la seguridad de que una labor análoga no ha sido realizada en nación alguna. Por todo ello, al rogarle que divulgue la felicitación que a todos nos alcanza, le ruego que reciba y transmita al personal a sus órdenes el agradecimiento de este Servicio y el mío personal.

Dios guarde a V. S. muchos años.

Valladolid, 5 de abril de 1939. — El Teniente Coronel Jefe, *José María Rivero de Aguilar*. — Firmado y rubricado."

“La sustitución de puentes en las antiguas líneas  
de los Ferrocarriles Andaluces”

Alberto Viader Muñoz

*Revista de Obras Públicas*

vol. 92, nº 2.753, septiembre de 1944, pp. 481-491

vol. 92, nº 2.754, octubre de 1944, pp. 538-547

vol. 92, nº 2.755, noviembre de 1944, pp. 588-596



# LA SUSTITUCION DE PUENTES EN LAS ANTIGUAS LINEAS DE LOS FERROCARRILES ANDALUCES

Por ALBERTO VIADER MUÑOZ, Ingeniero de Caminos

*En este trabajo, que por su extensión dividiremos en tres artículos, da cuenta el autor de la sustitución de puentes en las antiguas líneas de los Ferrocarriles Andaluces, que no fueron incluidos en el estudio que nuestro compañero Sr. Múzquiz publicó en la REVISTA, y que con tanto interés fué acogido por nuestros lectores.*

Bajo el título *Puentes de hormigón para ferrocarril*, ha publicado nuestro compañero y querido amigo D. José Luis Múzquiz, en esta misma Revis-

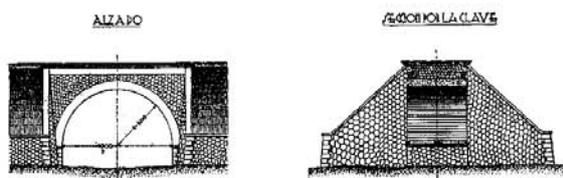


Figura 1.ª

ta, una serie de artículos verdaderamente interesantes no sólo por la descripción que hace y conclusiones que deduce de los que estudia, sino por los datos numéricos que proporciona, que bien pudieran denominarse "coeficientes de calidad".

Sin embargo, debido, sin duda, a la apatía de la mayor parte de los Ingenieros españoles, que no dan a conocer a sus compañeros, por medio de publicaciones, aquello que hacen en las diferentes ramas de su profesión, nuestro compañero no ha hecho men-

ción más que de los pertenecientes a líneas del Norte de España, a pesar de que también en el Sur se ha realizado una labor que en el año 1941, sólo en las líneas de la extinguida Compañía de Andaluces, en las de Bobadilla a Algeciras y Córdoba a Málaga, alcanzó a casi el 50 por 100 de la totalidad de lo que la RENFE gastó en sustitución y renovación de puentes: cuatro millones y medio de los nueve y medio invertidos en total.

Entono el "mea culpa" y me propongo describir ligeramente lo hecho en las citadas líneas, y dar los

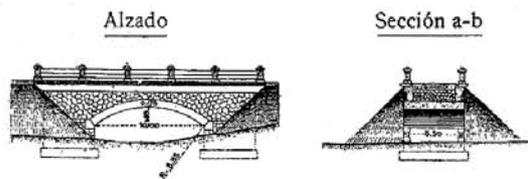
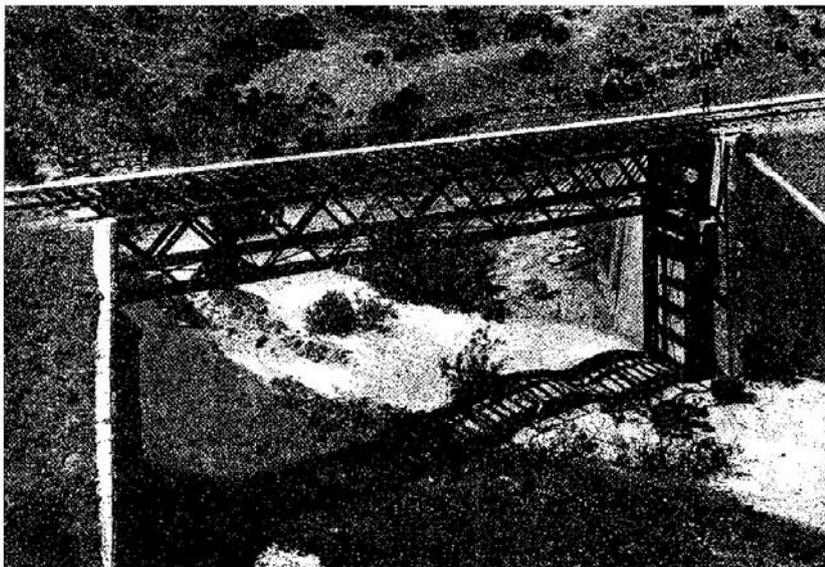
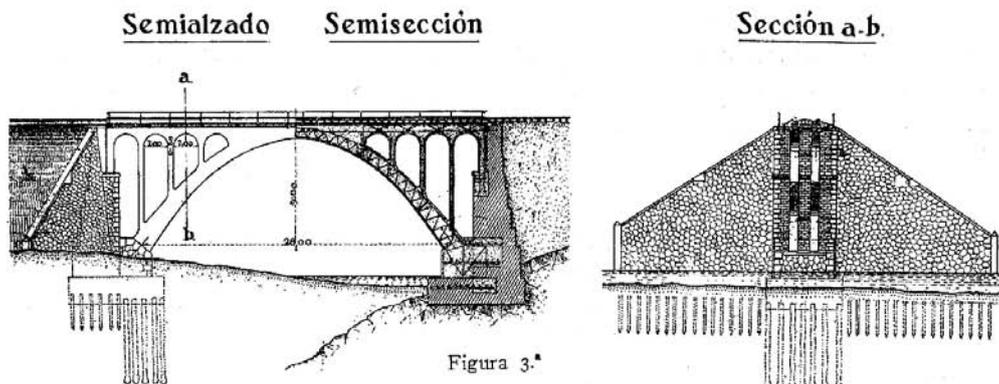


Figura 2.ª

"coeficientes de calidad" aludidos, completándolos con los correspondientes a los puentes en proyecto de la línea de Marchena a Valchillón.

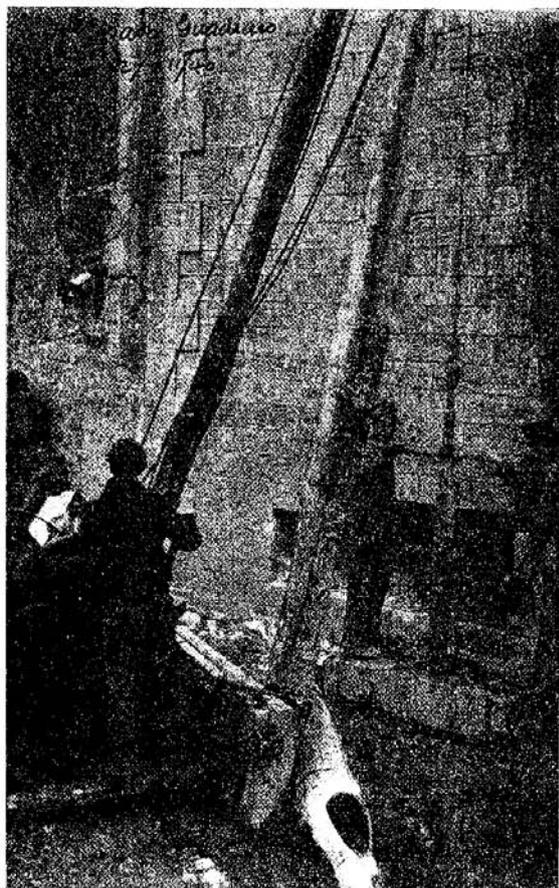
Fotografía 1.





### Línea de Bobadilla a Algeciras.

En esta línea, desde mediados del año 1940, en que se dió comienzo, se han sustituido, hasta el presente, 14 puentes de más de 10 m. de luz y una serie



Fotografía 2.

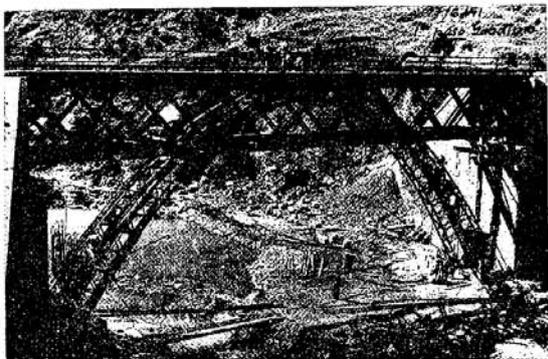
de 25 pontones, de luces iguales o menores de 7 m.

De los 14 de más de 10 m. hay 6 precisamente de esta luz que han sido sustituidos: uno, por otro tramo metálico calculado con arreglo a la Instrucción vigente; tres, que eran metálicos, por bóvedas de 5 metros de ancho, rebajamiento  $1/2$ , de hormigón en masa, empotradas en los estribos antiguos de fábrica, y tímpanos también de hormigón con paramentos vistos de mampostería; y dos, también metálicos, por bóvedas de hormigón en masa del mismo ancho que las anteriores, rebajamiento  $1/6$ , y tímpanos como los citados anteriormente. Las bóvedas de medio punto, al empotrarse en los estribos antiguos, no han obligado a ampliarlos para resistir los empujes recibidos; las rebajadas a  $1/6$ , por el contrario, han obligado a ampliaciones por el trasdós de los estribos antiguos, que se han realizado con facilidad. Tanto unos como otros se han construido conservando el mismo eje del puente sustituido y sin interrupción de la circulación sobre ellos; el único metálico, se ha montado al lado del antiguo y se ha ripado en un intervalo entre las circulaciones. La solución de sustituir los tramos de 10 m. por bóvedas como las indicadas, en las que el trasdós en clave está por bajo del tramo metálico antiguo, ha sido una solución muy barata —unas 25 000 pesetas por tramo sustituido, todo comprendido— y práctica, pero obliga a tímpanos excesivamente gruesos que los afean. Las figuras 1.ª y 2.ª dan idea de esta solución.

De 10 m. de luz se pasa en esta línea a 30 m. o más. Vamos a continuación a hacer referencia, por orden kilométrico, de los ocho puentes de esta condición:

#### *Primer paso sobre el Guadiaro, kilómetro 95,400.*

El puente antiguo era un tramo metálico de tablero superior y vigas rectas simplemente apoyadas, por intermedio de sus aparatos de apoyo, sobre estribos de fábrica que, en sus paramentos vistos, eran de mampostería careada con sillería en las aristas, ci-

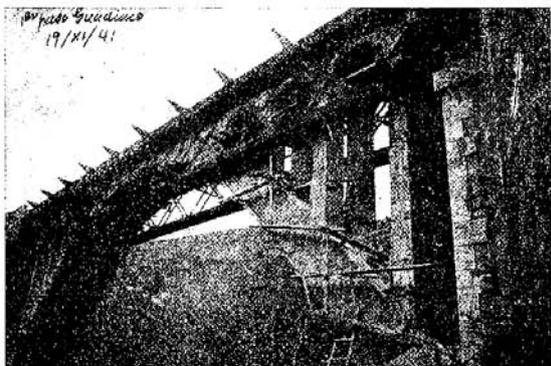


Fotografía 3.

mentados, el del lado Bobadilla, sobre pilotaje de roble, y el otro, directamente sobre roca. La fotografía número 1 nos lo muestra. La luz libre entre paramentos de estribos es de 30 m.

Para comprobar los datos dudosos que teníamos sobre estas cimentaciones, se hicieron sondeos que dieron los resultados señalados. Debo hacer notar que el pilotaje de madera de roble sobre el que está cimentado el estribo del lado Bobadilla estaba en perfectas condiciones de conservación, como nuevo, después de cincuenta años en servicio.

La solución que pedía este puente era la de arco, si había de hacerse de hormigón; pero existía el problema de resistir el empuje en el estribo lado Bobadilla. Esto se ha resuelto aligerando lo más posible el nuevo puente que se proyectó, de anillos independientes y tímpanos aligerados, reduciendo la luz del arco a 26 m. y dándole la mayor flecha posible: 9 m. Además, de esta manera se saca materialmente la reacción del arco fuera del antiguo estribo, y actúa sobre el salmer solamente, ya que, calculado el conjunto de estribo antiguo y salmer adosado a él, resulta que el pilotaje antiguo resiste exactamente lo mismo que antes.



Fotografía 4.

El salmer se cimentó sobre pilotes "in situ", sistema Rodio, y se "intestó" perfectamente en la fábrica antigua mediante la apertura de las cajas oportunas (fig. 3.<sup>a</sup> y fot. núm. 2).

Los anillos independientes están dotados de cimbras rígidas, que han permitido su ejecución en invierno, sin ningún contratiempo. Desde que, una vez construídos los cimientos y salmeres, se comenzó el montaje de las cimbras rígidas mencionadas, se elevó el puente metálico antiguo y se apoyó sobre calzadas de madera, que fueron vigiladas debidamente, pues, llevada la ejecución de esta obra a un ritmo relativamente lento, se comprobaron movimientos laterales del tramo, debidos a la circulación de trenes, que al final llegaron a molestar bastante para la colocación de encofrados y hormigonado de tímpanos y tablero del nuevo puente; se fueron quitando arries-tramientos transversales del tramo antiguo a medida



Fotografía 5.

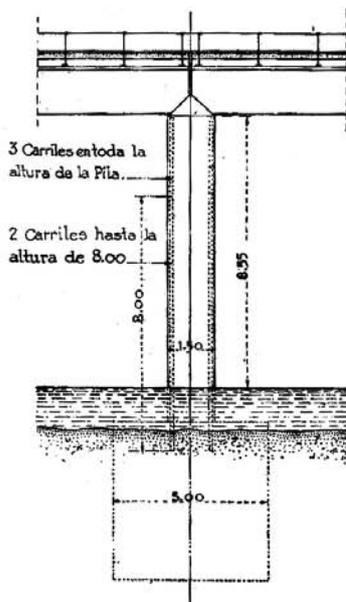
que lo exigía la progresión de la obra, y, una vez terminada la ejecución de tímpanos y parte central del tablero, se procedió al desguace de las vigas principales del tramo metálico, dando paso sobre el tablero metálico antiguo apoyado por intermedio de tacadas de madera sobre la parte central del tablero de hormigón armado, ya que éste no tenía el ancho suficiente ni se hubiera podido terminar con la comodidad que se hizo, de haber asentado directamente la vía sobre él. Se hicieron los voladizos de los andenes y se desguazó el tablero metálico antiguo, y, una vez asentada la vía en su posición definitiva, quedó inau-gurado el nuevo tramo.

El desguace se hizo con operarios del taller de Málaga, y se invirtieron cuatro días en el desguace de las vigas principales y tres en el del tablero, utilizando un solo tren de trabajo con una grúa movida a mano, sin que en ningún momento se interrumpiese la circulación de trenes.

La casa constructora ha sido "Ferrocarriles y Construcciones A. B. C."

La figura 3.<sup>a</sup> y las fotografías números 3, 4 y 5 nos muestran la obra en dos fases de su construcción y una vez terminada.

### Alzado



### Planta

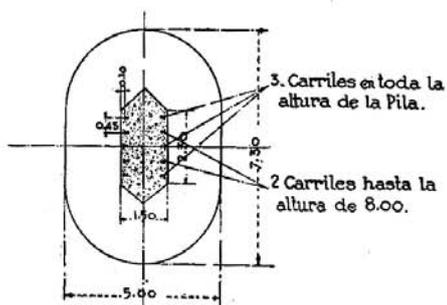


Figura 4.<sup>a</sup>

Segundo paso del Guadiaro, kilómetro 106,480.

El puente antiguo era un tramo metálico de tablero inferior, con vigas principales en celosía sencilla, simplemente apoyadas, por intermedio de sus aparatos de apoyo, sobre los estribos de mamposte-

ría, en sus paramentos vistos, con sillería en las aristas, cimentados directamente a profundidad de 4 a 5,5 m. La luz libre entre paramentos es de 35 m.

La sustitución de este puente se ha llevado a cabo mediante la construcción de tres tramos rectos de hormigón armado de 13 m. de luz, de la Colección oficial, apoyados por intermedio de simples chapas de plomo sobre los estribos antiguos, convenientemente adaptados, y sobre dos pilas intermedias de nueva construcción, cimentadas, directamente, la del lado Bobadilla, y sobre pilotaje "in situ", sistema Rodio, la segunda.

La cimentación de la primera de las pilas mencionadas se llevó a cabo sin más dificultades que las inherentes a toda cimentación con agotamientos de importancia. Sobre ella se construyó la pila cuya sección y alzado se ponen de manifiesto en la figura 4.<sup>a</sup>, y a continuación se hizo el primero de los tres tramos rectos, todo ello durante el otoño del año 1940, durante el cual se había acometido, sin resultado satis-

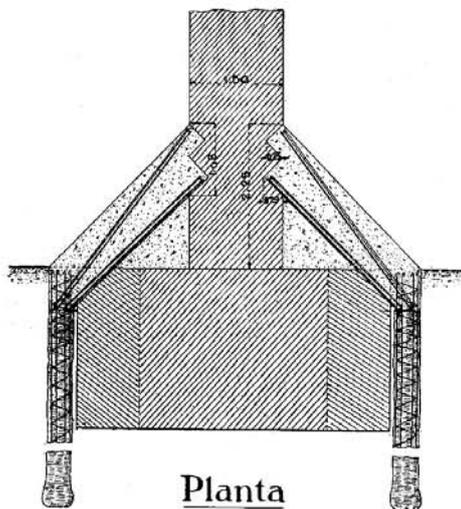


Fotografía 6.

factorio, la excavación para cimentar la segunda pila.

Para la construcción del tramo de hormigón citado fué necesario elevar el puente metálico (fotografía núm. 6) en un metro aproximadamente, que

### Sección a-b



Planta

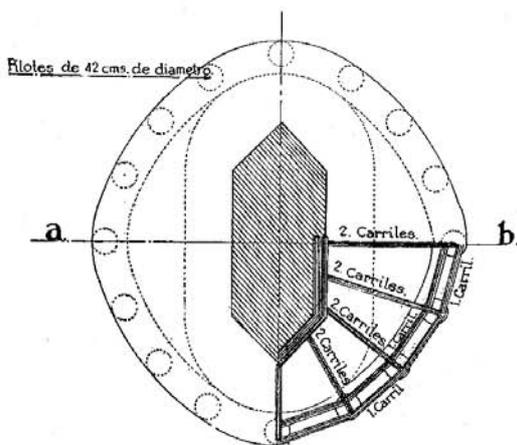
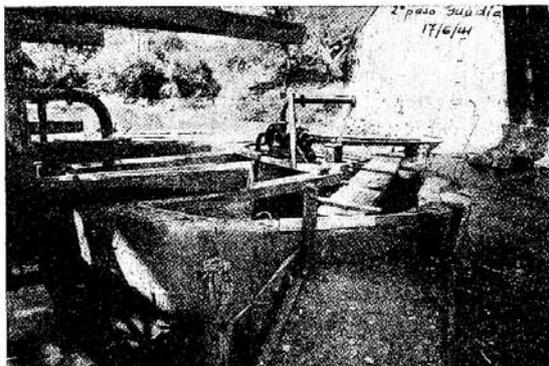


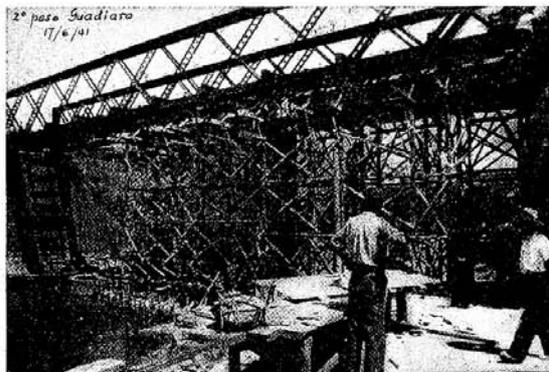
Figura 5.<sup>a</sup>

quedó sobre calzadas de madera durante todo el tiempo que duró la construcción del nuevo puente hasta su inauguración, es decir, durante más de año y medio, sin que, a pesar del paso sobre él de todas las circulaciones de este período—más de 12 000—, fuera precisa ninguna reparación ni trabajo, salvo el de su vigilancia.



Fotografía 7.

Llegado en estas condiciones el verano de 1941, se acometió con todo interés por la contrata la excavación necesaria para el cimiento de la segunda pila, y, con ánimo de terminar cuanto antes, simultáneamente, la construcción de las cimbras, andamiajes y encofrados necesarios para la ejecución de los dos tramos que faltaban para terminar el puente. A pesar de que los agotamientos se hacían con dos bombas de gran potencia, el verano se estaba terminando, y el encargado de la contrata a pie de obra hormigonó sin dar previo aviso y sin haber encontrado terreno firme para cimentar. Ante este hecho consumado, se decidió continuar la obra con la mayor rapidez posible, y cuando no hacía más de diez días que se había terminado el hormigonado de los dos tramos, que, incluido el alzado de la pila, duró unos veinte o veinticinco días, sobrevino una avenida que se llevó parte de las cimbras y descimbró, por consiguiente, los tramos, dando así la razón, en parte, al encargado, ya que a partir de aquella fecha, principios de octubre de 1941, no cesó de llover durante



Fotografía 8.

unos cuatro meses, que hubieran impedido por completo la realización del puente en aquella época.

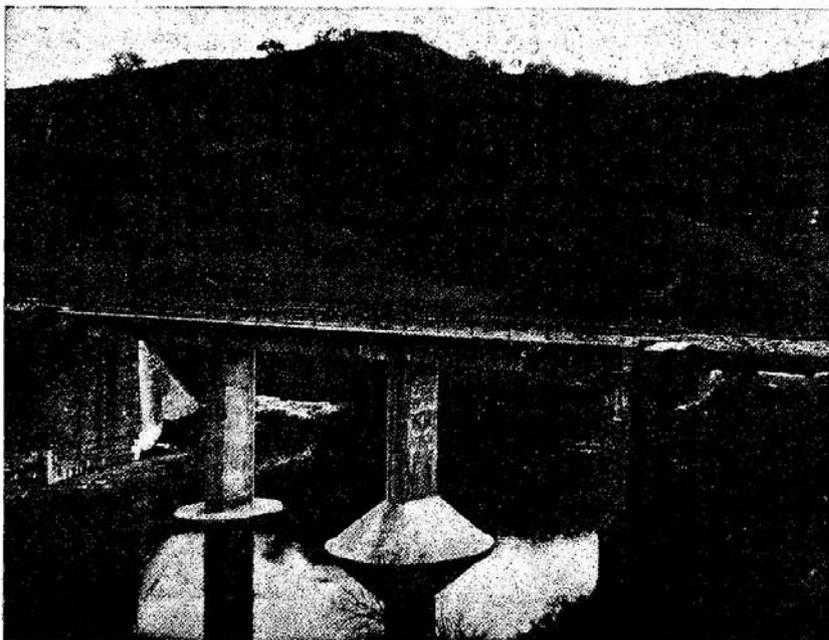
La cimentación, sin embargo, aunque a los efectos de resistencia del terreno era satisfactoria, no quedaba en las debidas condiciones ante la posibilidad de avenidas que socavaran la cimentación y ocasionaran asientos de importancia o tal vez la ruina de esta pila y del puente, por lo que se decidió hacer una cimentación adicional de pilotes "in situ", sistema Rodio, que hemos aplicado, con resultados satisfactorios, en varios puentes de esta línea. La figura 5.<sup>a</sup> da idea de lo hecho en esta pila. Las fotos números 7, 8 y 9 muestran la obra en diversas fases de su construcción y una vez terminada.

La casa constructora ha sido "Ferrocarriles y Construcciones A. B. C."

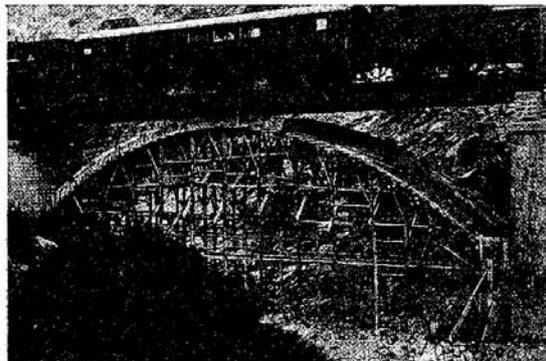
El desguace de este puente fué ejecutado por los mismos operarios del taller de Málaga, que hicieron el del primer paso del Guadiaro y los demás puentes de esta línea en cinco días de trabajo, sin que ni en esta ocasión ni durante la construcción del nuevo puente fuera interrumpida la circulación.

*Tercer paso del Guadiaro, kilómetro 114,764.*

El puente antiguo era del mismo tipo que el ya descrito, segundo paso del Guadiaro; es decir: tramo recto, metálico, de tablero inferior y vigas principales en celosía sencilla; los estribos, de mampostería en los paramentos vistos y sillería en las aristas, cimentados sobre roca que aflora al exterior por todas partes. La luz libre entre paramentos de los estribos era de 30 m.



Fotografía 9.



Fotografía 10.

La solución que se ha dado a esta sustitución ha sido adaptar el modelo de 28 m. de luz y rebajamiento 1/5 de la Colección oficial de puentes de hormigón armado en arco para ferrocarril, adosando a los antiguos estribos los falsos estribos necesarios para conseguirlo.

Esta solución ha sido francamente buena, tanto por su correcta adaptación al problema de la sustitución cuanto por la facilidad con que se ha llevado a cabo.

La fotografía número 10 da idea de la sencillísima cimbra montada por el contratista, que, no obstante, resistió el paso de casi dos metros de agua a velocidad considerable, debida a la pendiente muy pronunciada del río en aquellos parajes.

La fotografía número 11 es otra vista de la citada cimbra, en la que se aprecian claramente las cal-

zadas de madera sobre las que quedó apoyado el tramo metálico durante la construcción del nuevo puente, sin que sufriera ningún movimiento el tramo metálico ni las calzadas. La elevación de este tramo sobre su rasante, lo mismo que las hechas en los demás de esta línea, se hizo con toda sencillez y seguridad, con gatos hidráulicos que actuaban sobre ménsulas suplementarias adosadas a los montantes extremos de las vigas principales, tales como muestra la fotografía número 6. A medida que iba subiendo la rasante, se iba haciendo, como única medida de seguridad, la calzada de madera, y en todo momento se medía, en los cuatro apoyos del tramo, la elevación para que en todos ellos fuera siempre la misma.

Se han respetado por completo las disposiciones del tramo de la Colección oficial, salvo en las armaduras, en las que, por necesidades del momento, se sustituyeron los diámetros previstos por aquellos que se disponía, y como cosa curiosa debo hacer notar que la mayor parte de los estribos de los montantes

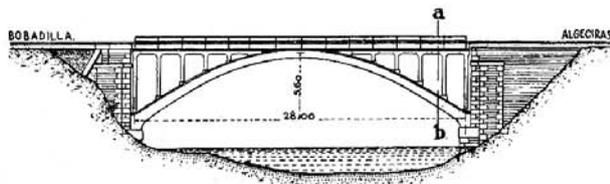


Fotografía 12.

el tramo metálico, sin interrupción del tráfico, en dos días.

El contratista de esta obra fué el ingeniero de Caminos D. Juan del Río. La figura 6.<sup>a</sup> y la fotografía número 12 dan idea de la obra.

### Alzado

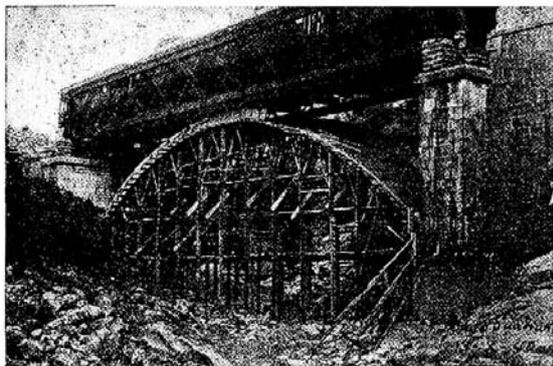
Figura 6.<sup>a</sup>

### Sección a-b



y muchos del arco fueron de  $\phi$  16 mm., por no disponer de otros, y que, por proceder de relaminación de carriles, era preciso, para evitar pelos y grietas, doblarlos en caliente.

Una vez terminada la obra nueva, se desguazó



Fotografía 11.

### Cuarto paso del Guadiaro, kilómetro 114,954.

El puente que se ha sustituido era un tramo metálico recto, de tablero inferior y vigas en celosía sencilla, apoyado sobre estribos de mampostería en los paramentos vistos y sillería en las aristas, cimentados como los del tercer paso antes descrito: sobre roca caliza muy sana, que aflora por todo el cauce. La luz libre entre paramentos de estribos es de 45 m.

Aunque el tramo metálico y los estribos antiguos eran perfectamente rectos, es decir, normales estos últimos al eje de la vía, no sucedía lo mismo respecto al cauce, que cruza el puente con una oblicuidad de  $36^{\circ} 30'$ .

Se resolvió inicialmente la sustitución, mediante la construcción de un nuevo puente metálico análogo al antiguo; pero viendo las dificultades de aquel momento y la carestía de esta solución, se desistió de la misma y se estudiaron otras de hormigón armado a base de la Colección oficial de puentes en arco; pero, finalmente, nos decidimos, y creo que con gran

acierto, por la solución que se ha construido, y que más adelante describo someramente, a base sólo de los elementos con que contábamos, es decir, hormigón y mampostería, que ha tenido la ventaja, además, de mayor economía y rapidez, ya que fué éste

Es curioso señalar que las cimentaciones se pudieron hacer en su totalidad casi sin agotamientos, a pesar de llegar a unos 6 m. bajo el lecho del río, gracias a haber aprovechado el verano, durante el cual todo el caudal del Guadiaro pasa por los canales

### Semiproyección horizontal

### Semisección horizontal

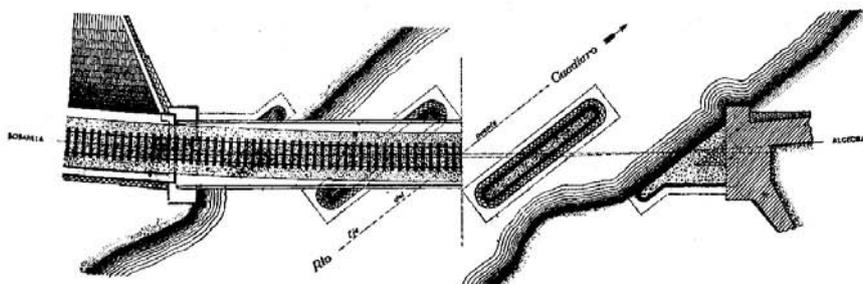


Figura 7.ª

el último de los puentes contratados y el primero inaugurado.

La solución ha consistido en construir tres bóvedas oblicuas de 11,10 m. de luz, de hormigón en masa, empotradas en estribos, igualmente oblicuos, adosados a los antiguos, y sobre pilas de nueva construcción, cimentadas directamente; tanto los estribos nuevos como las pilas se hicieron con mampostería careada en los paramentos vistos, que servía de encofrado al hormigón que realmente las constituye. Sobre las bóvedas van los tímpanos macizos, ejecutados también de hormigón en masa, con mampostería careada en los paramentos vistos, y el hueco que queda entre ellos y las bóvedas, relleno de piedra en seco.

Esta solución fué la más económica de todas las estudiadas, y muy rápida y cómoda en su construcción.

del Salto de las Buitreras, de la Compañía Sevillana de Electricidad.

Este tipo de puente permitió no mover para nada el tramo metálico antiguo, de su posición normal, durante toda la construcción del nuevo hasta su inauguración.

Las bóvedas oblicuas se ejecutaron en dos partes, dejando una junta longitudinal de construcción para aumentar la relación de la luz al ancho, pues, de no haberlo hecho, se hubiera bajado de 3, cifra señalada por Rathbum como límite para que la concentración de cargas en los ángulos abiertos no sea peligrosa.

El desguace del tramo antiguo, que fué ejecutado, como los anteriores, por los operarios del taller de Málaga, se hizo en dos veces: la primera, desguazando la totalidad de las vigas principales, para permitir la terminación de los tímpanos del nuevo puen-

### Proyección vertical

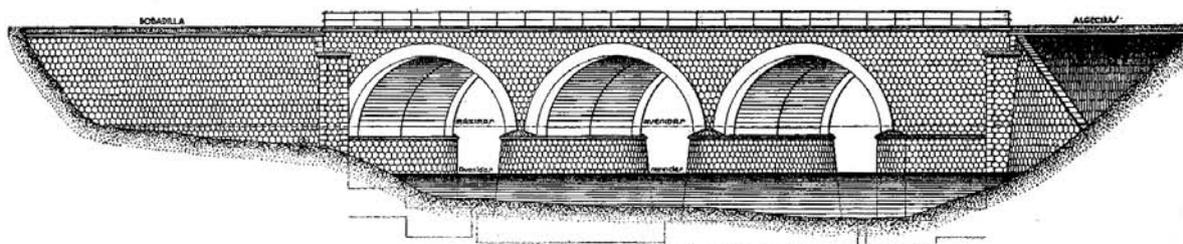


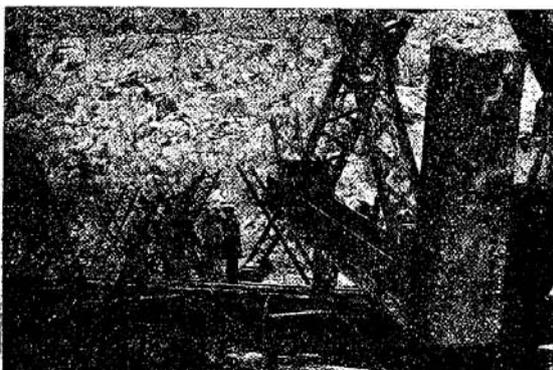
Figura 8.ª

te, y en la segunda se desguazó el resto; se invirtieron en estas operaciones cuatro días de trabajo y uno, respectivamente.

Esta disposición de pilas oblicuas siguiendo la dirección de las aguas ha demostrado ser muy necesaria y eficaz, pues incluso durante la construcción hubo avenidas cuyo nivel máximo sobrepasó los arranques de las bóvedas, y no por ello, y gracias a su buena dirección y esbeltez, hubo socavaciones en el cauce.

El contratista de las obras fué el Ingeniero de Caminos D. Juan del Río.

Las figuras 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup> dan idea de la planta y alzado de este puente, y las fotografías 13 a 16 muestran varias fases de la construcción y del desguace.



Fotografía 13.

*Puente sobre "El Malillo", kilómetro 122,745.*

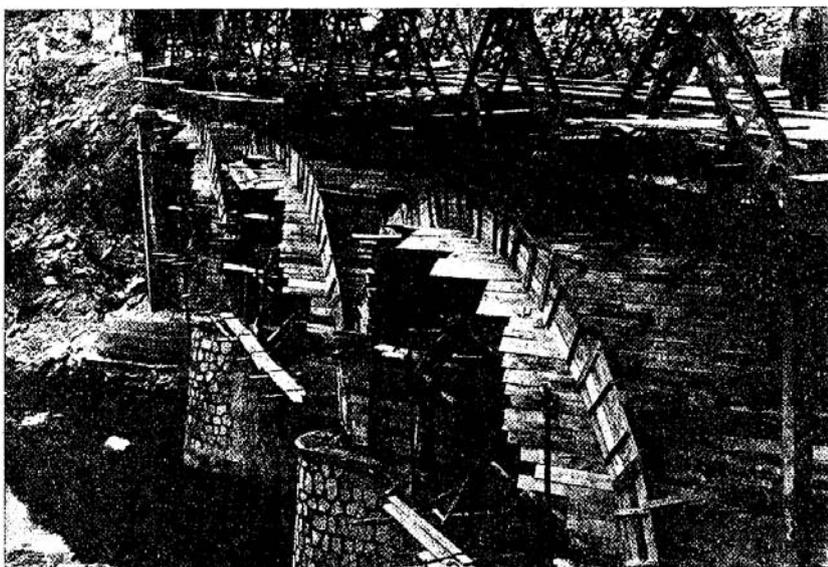
Éste y los puentes sobre las rías de Palmones y Guadarranque, son los más importantes de esta lí-



Fotografía 15.

nea. Constaba el puente antiguo de dos tramos metálicos rectos de 40 m. de luz cada uno, tablero superior y vigas principales en celosía sencilla, con una altura de rasante de 33 m. sobre el cauce. La pila intermedia era metálica en toda su altura, salvo en la parte inferior que le servía de base, cuya fábrica era de mampostería. Los estribos de gran altura en sus paramentos vistos eran de un sillarejo muy perfecto y bien conservado.

Ante la fragilidad del tramo antiguo, su gran altura de rasante y su apoyo sobre la pila metálica central, se pensó en hacer una variante de modo que, construyendo el nuevo puente pegado al existente, sirviese éste para montar un andamiaje desde el cual se pudieran facilitar y ejecutar las operaciones necesarias para la construcción del nuevo. La figura 9.<sup>a</sup> nos muestra la solución proyectada en un principio, de la que se destaca la gran esbeltez de las pilas.

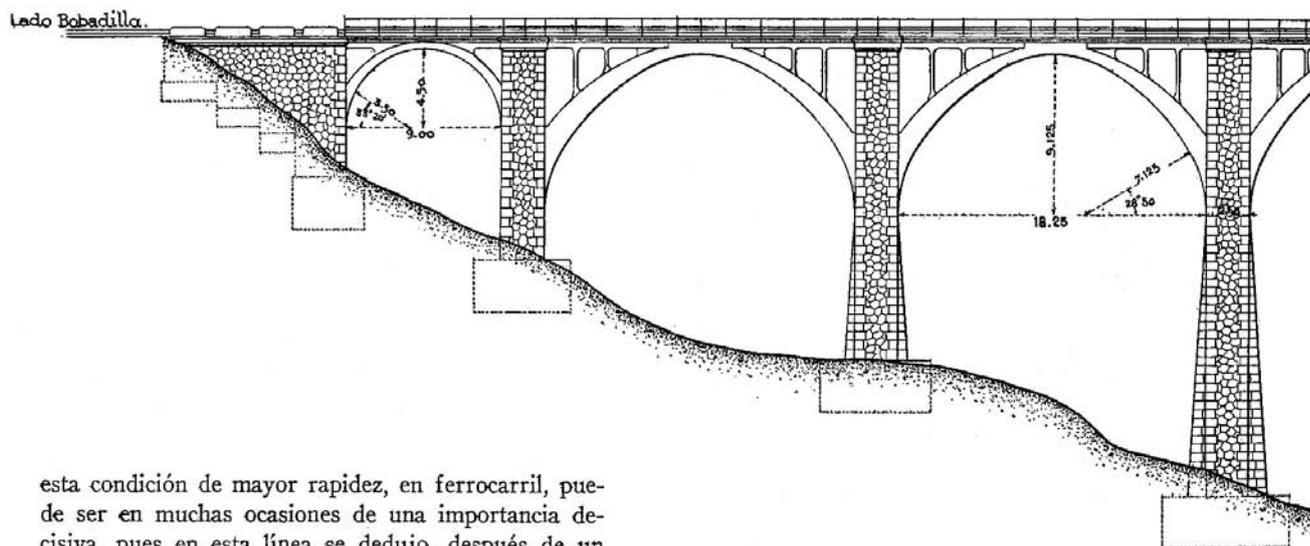


Fotografía 14.

Sin embargo, de acuerdo con don José Entrecanales, contratista de estas obras, se modificó el proyecto primitivo y se resolvió el problema construyendo dos arcos de luz análoga a los tramos metálicos, por debajo de ellos, empotrándolos en los estribos antiguos y pila intermedia recrecida, y construyendo los montantes por encima de ellos hasta alcanzar la altura de rasante necesaria al tablero a través del tramo metálico. Se accedió a esta modificación en vista de que era mucho más rápida que la proyectada, y aunque con precios unitarios más elevados, como consecuencia de la mayor dificultad de la ejecución, no se elevaba sensiblemente el presupuesto;

migonado de los arcos se hizo por roscas y dovelas.

Una vez construídos los arcos se comenzó la ejecución de los montantes, que hasta llegar a la altura de la parte inferior de las vigas principales de los tramos antiguos tienen el mismo ancho de los arcos; a partir de este punto se estrechan, con objeto de poder subir entre las vigas de los tramos antiguos. En su coronación, y por debajo del tablero metálico antiguo, se ejecutó el nuevo tablero de hormigón armado, que consta de unos largueros armados con carriles que les sirvieron de cimbras rígidas, puesto que de ellos se colgaron los encofrados, estribos de redondos y de un forjado corriente.



esta condición de mayor rapidez, en ferrocarril, puede ser en muchas ocasiones de una importancia decisiva, pues en esta línea se dedujo, después de un detenido estudio, que el ahorro obtenido en la tracción, al poderse hacer con locomotoras modernas una vez renovados los puentes, pasaría de un millón y medio de pesetas anuales.

Los arcos son de hormigón en masa de 36 m. de luz y se construyeron con cimbras rígidas de carriles, tales como muestran las fotografías números 17 y 18. Su montaje fué muy sencillo, gracias a tener el tramo metálico encima, y esta misma circunstancia fué también muy favorable para el hormigonado de los arcos, pues con dos hormigoneras instaladas sobre uno de los accesos al puente, y que no se movieron de su sitio durante la construcción de la totalidad del puente, fué suficiente para atender las necesidades, pues vertían el hormigón ya elaborado sobre vagonetas que corrían sobre el tramo metálico antiguo y transportaban el hormigón hasta las tolvas situadas en los puntos adecuados. El hor-

En el punto donde comenzaban a estrecharse los montantes se previeron, inicialmente, ménsulas de hormigón armado, donde se hubieron podido apoyar las vigas principales metálicas durante su desguace; pero viendo que sería dificultoso destruirlas posteriormente o antiestético si se dejaban, se sustituyeron por carriles empotrados en los montantes, cuyo corte, al soplete, era sencillísimo.

Una vez transcurrido el tiempo necesario para el fraguado y para que el hormigón hubiese adquirido la resistencia necesaria, se comenzó el desguace del puente metálico, al cual, y a medida que la obra lo exigía, se le habían quitado ya muchos arriostros-

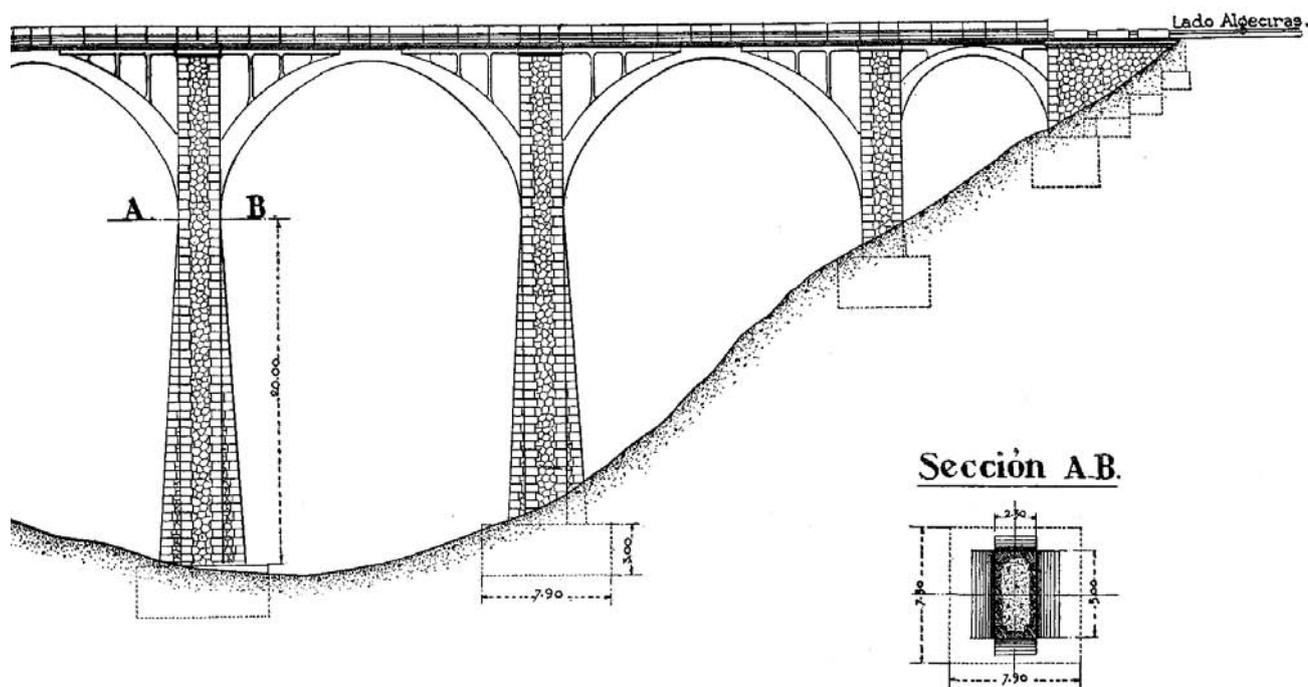
mientos transversales, horizontales y verticales, o se habían trasladado, si se podía, para dar paso a los montantes.

Se hizo el desguace de estas vigas principales elevando, en primer lugar, todo el tramo, lo necesario para introducir unas tacadas de madera entre el tablero metálico y el de hormigón, para que una vez bajado el tramo metálico quedase apoyado sobre la obra nueva por intermedio de esas tacadas. Una vez conseguido ésto se descosieron las vigas principales del tablero, con lo cual quedaron apoyadas nuevamente sobre sus antiguos aparatos de apoyo y sobre las ménsulas de carril, dispuestas al efecto en cada

guace, pudo continuar la contrata y ejecutar todos los andenes del nuevo puente que son en voladizo. Antes no hubiera sido posible, por impedirlo las vigas principales del tramo antiguo.

Mientras tanto, la pila central metálica que había quedado embebida en el hormigón sólo en parte, se desguazaba poco a poco en las partes que sobresalían de los paramentos.

Durante todo el tiempo requerido para estas operaciones la circulación de trenes, que no se interrumpió en ningún momento, se hizo sobre el tablero metálico antiguo, apoyado sobre el nuevo por intermedio de las tacadas de madera mencionadas, sin que



uno de los montantes, y de este modo, ya cómodamente, se cortó en trozos que se sacaban con grúa y se transportaban con tren de trabajo a los accesos del puente, en los cuales, posteriormente, eran troceados para su transporte definitivo. Las operaciones de desguace de las vigas principales de los dos tramos se hizo en 13 días de trabajo, ya que molestaba mucho la circulación que en este trayecto de 12 kilómetros, en rampa de 0,020 y múltiples curvas de radio reducido, se hacía entonces todavía con las mismas locomotoras que hace 50 años sirvieron para inaugurar esta línea.

Una vez terminada esta primera etapa del des-

se movieran en absoluto durante los 90 días que se dió paso así.

Se desguazó el tablero metálico, en cuatro días, con relativa lentitud para permitir, simultáneamente, el tendido de la vía, y se inauguró el puente nuevo sin haber tenido el menor contratiempo.

Las fotografías 19 a 23 muestran varios aspectos de la obra y el nuevo puente una vez terminado.

(Continuará.)

# LA SUSTITUCION DE PUENTES EN LAS ANTIGUAS LINEAS DE LOS FERROCARRILES ANDALUCES

Por ALBERTO VIADER MUÑOZ, Ingeniero de Caminos.

*Continúa en el presente artículo la presentación de los puentes sustituidos en las antiguas redes de ferrocarriles andaluces, que aportan una interesante serie de particularidades constructivas del mayor interés y que completan nuestra información sobre puentes construidos después de nuestra guerra.*

(Continuación.)

*Puente sobre el río Hozgarganta, kilómetro 135,756.*

Estaba constituido el puente sustituido por dos tramos metálicos rectos de tablero inferior con vigas principales en celosía sencilla de 27,80 m. de luz cada uno, apoyados en estribos de mampostería en los paramentos vistos y sillería en las aristas, y sobre una pila central de igual fábrica, cimentada, como aquéllos, sobre pilotaje de madera de roble, que se hallaba en perfectas condiciones de conservación después de 50 años en servicio.

La solución adoptada para la sustitución fué construir dos pilas nuevas intermedias, cimentadas por pilotaje "in situ", sistema Rodio, y sobre ellas unos tramos rectos de hormigón armado de la Colección oficial.

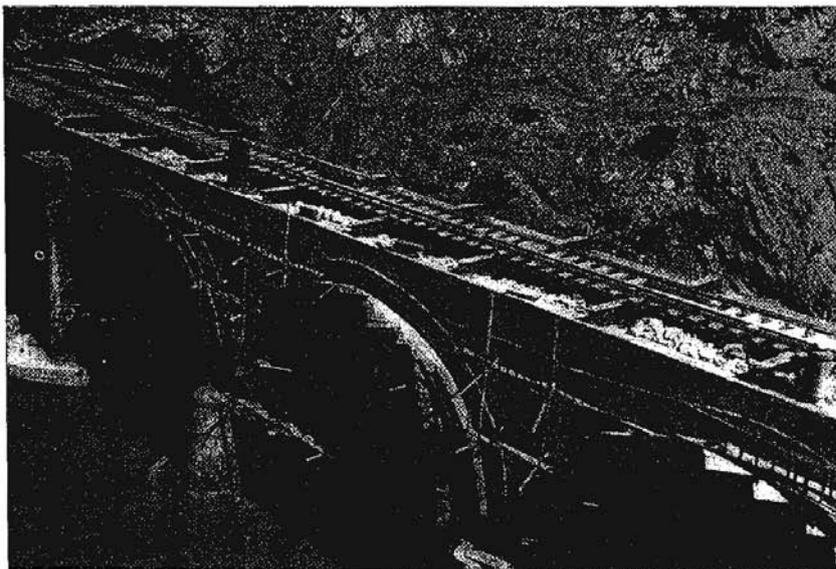
La ejecución de estas obras fué llevada a cabo sin la menor dificultad. Las figuras 10 y 11 muestran las pilas de nueva construcción, así como su cimentación que llegó a 11,80 m., bajo el cauce del río, como promedio.

Las fotografías 24 a 29 se refieren a varias fases de la construcción y nos muestran el puente una vez terminado.

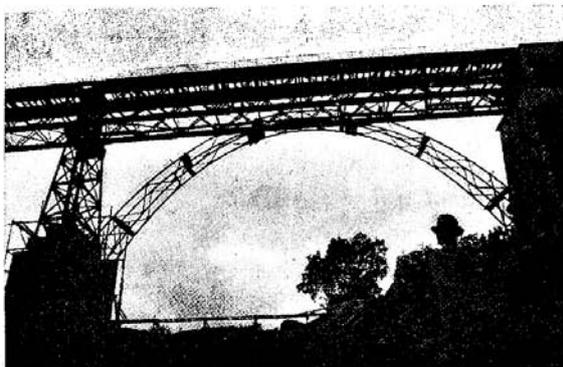
La construcción de los tramos de hormigón se hizo elevando los metálicos 1,20 m. por encima de su primitiva rasante, con lo que se pudo trabajar con toda comodidad, tanto en la colocación de las armaduras como en el hormigonado de los nuevos tramos. Durante este tiempo, unos cuatro meses, se dió paso a las circulaciones sobre los tramos metálicos que quedaron apoyados sobre simples calzadas de madera, análogas a las empleadas en los puentes ya citados, sin que tampoco se moviesen lo más mínimo ni exigiesen la menor reparación.

El desguace de los tramos sustituidos se hizo con toda facilidad, apoyando los tramos viejos sobre los nuevos, y, siempre sin interrumpir la circulación, se hizo el desguace total en cuatro días de trabajo, utilizando un tren de trabajo con una sola grúa de 10 toneladas de potencia máxima, manejada a mano.

El contratista de estas obras ha sido "Ferrocarriles y Construcciones A. B. C."



Fotografía 16.



Fotografía 17.

*Puentes sobre las rías de Guadarranque y Palmones, en los kilómetros 163,735 y 169,253.*

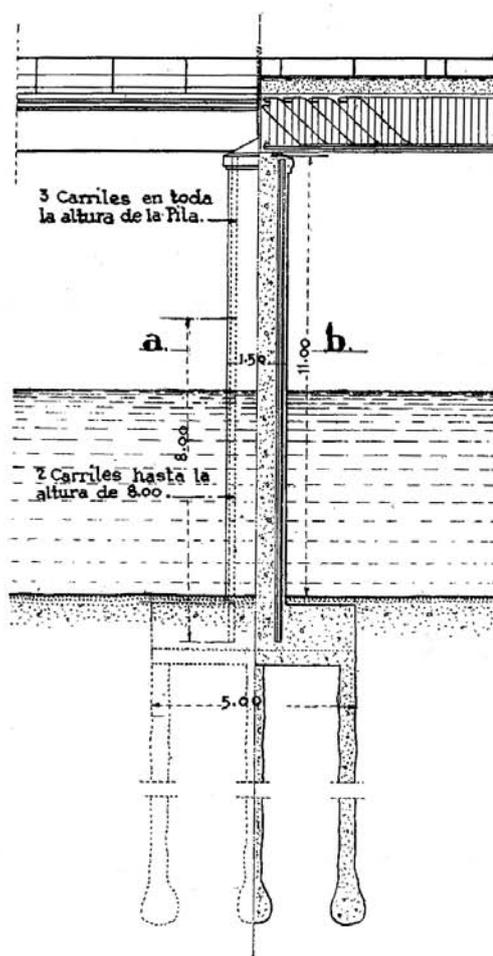
Estos dos puentes, los más importantes de la línea de Bobadilla a Algeciras, eran y son iguales. Constaban de tramos metálicos de tablero inferior, con vigas principales en celosía sencilla, simplemente apoyadas sobre pilas de tubos gemelos de fundición, en los tramos centrales, y sobre estribos de fábrica, en los extremos. La luz de cada tramo era de 27,80 m., alcanzando, por consiguiente, cada puente la longitud de 139 m.

La cimentación de esas pilas era dudosa, pues era sobre fangos o arenas, y en estas condiciones no era prudente sobrecargarlas más. Además, la carretera de Málaga a Algeciras, que en aquellos lugares corre paralela al ferrocarril, para salvar estas vías tiene en servicio dos puentes, metálicos también, cuya infraestructura consiste en palizadas metálicas con pilotes de rosca, de los cuales el de Palmones ha sufrido grandes asentamientos en algunas cimentaciones, que



Fotografía 18.

Alzado.      Sección.



Sección a-b.

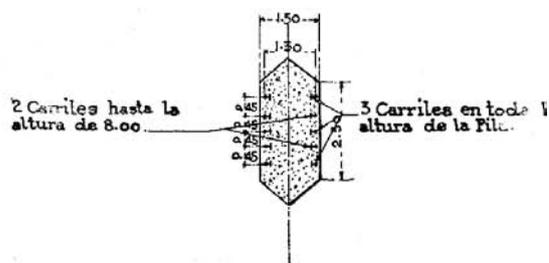
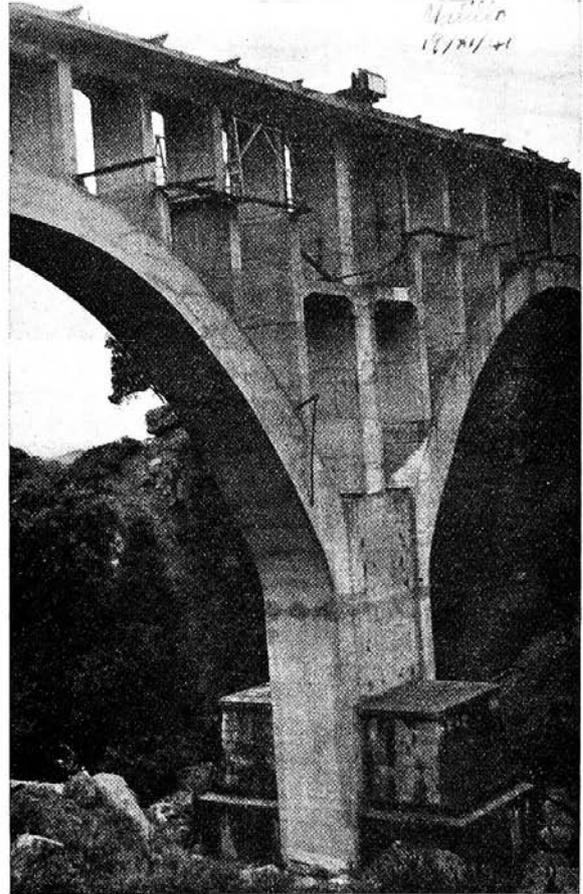


Figura 10.



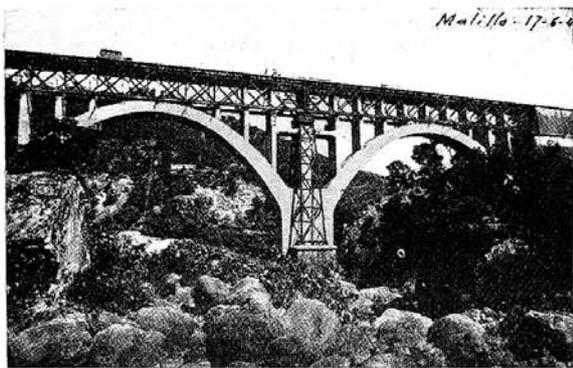
Fotografía 19.



Fotografía 22.



Fotografía 20.



Fotografía 21.



Fotografía 23.

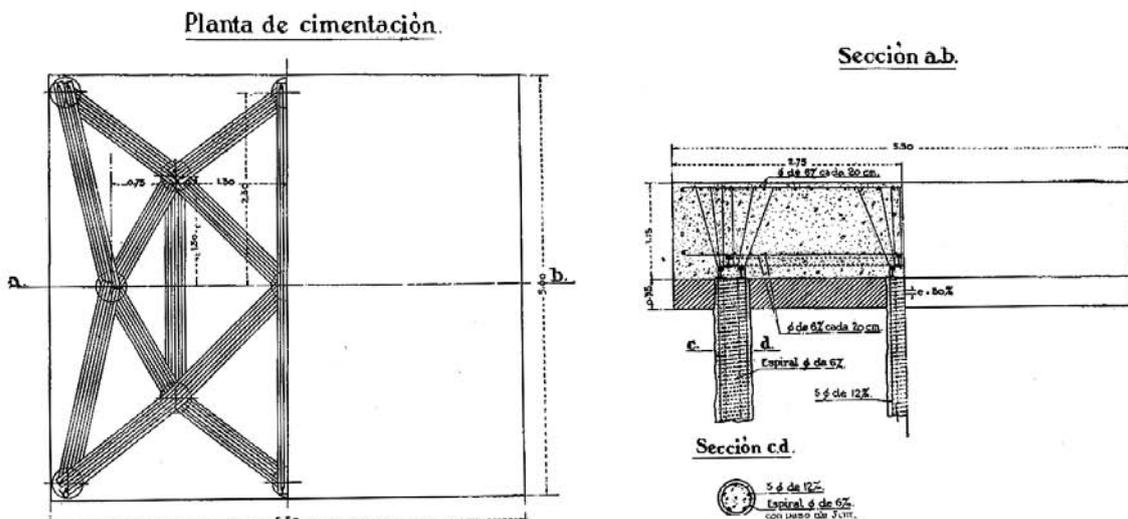


Figura 11.

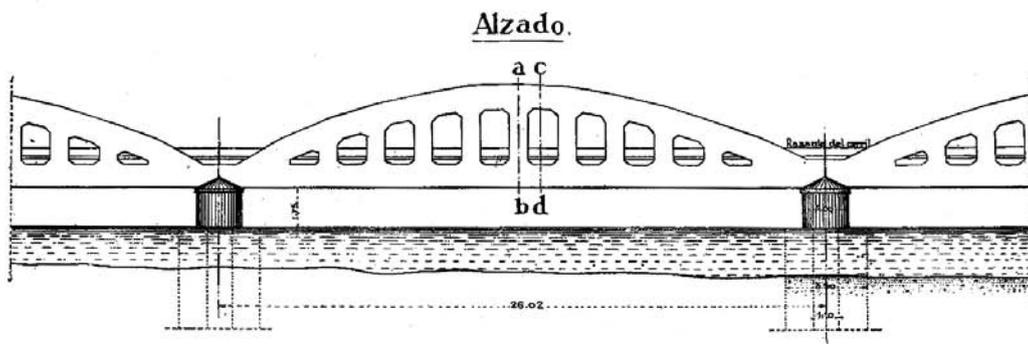


Figura 12.

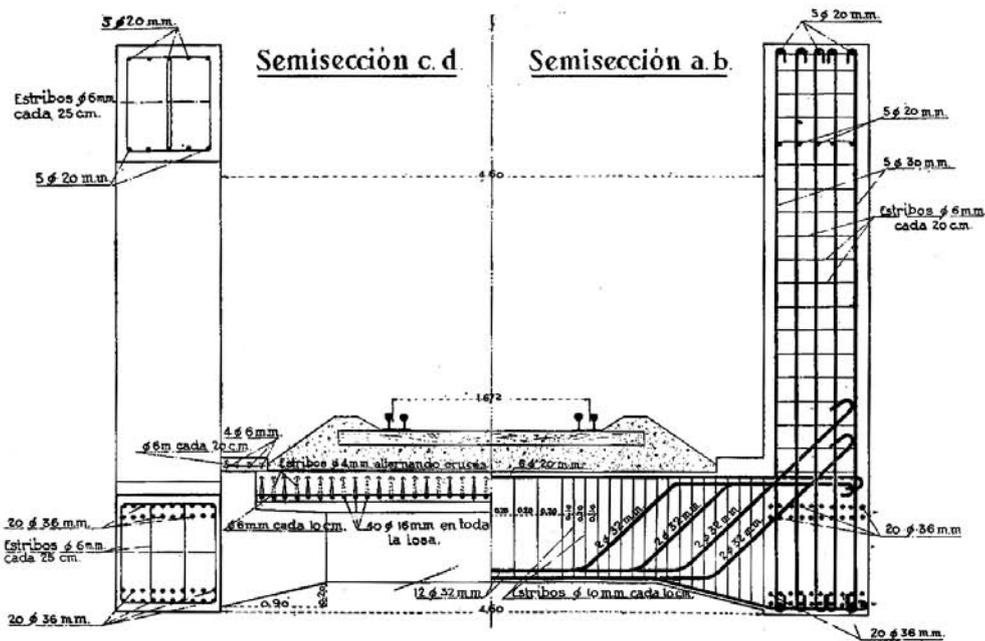
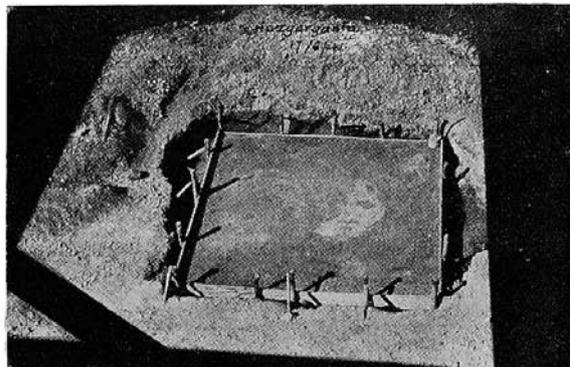


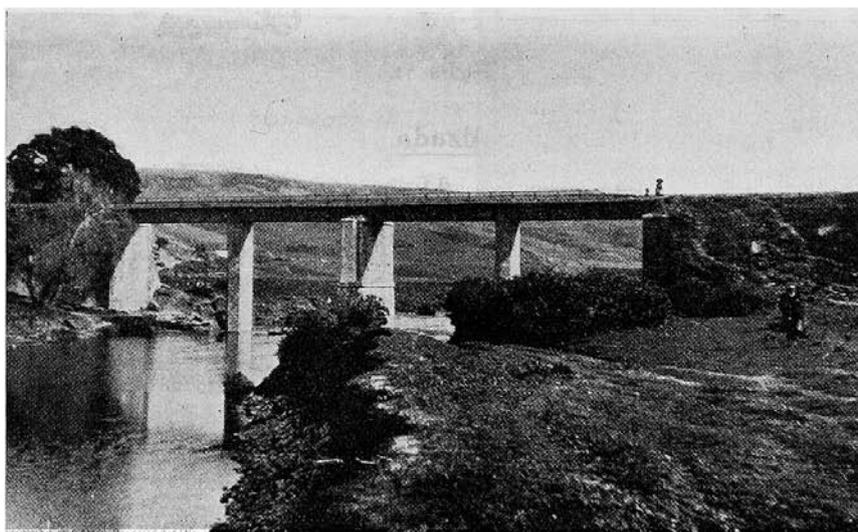
Figura 13.



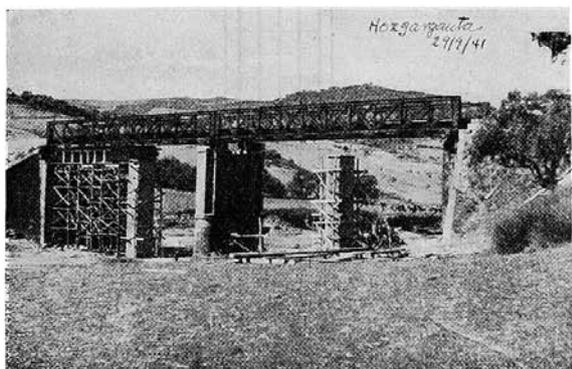
Fotografía 24.



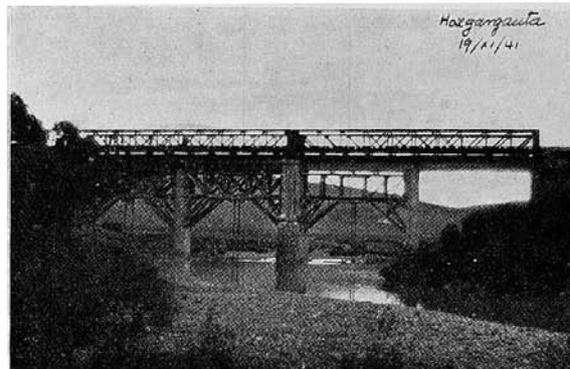
Fotografía 25.



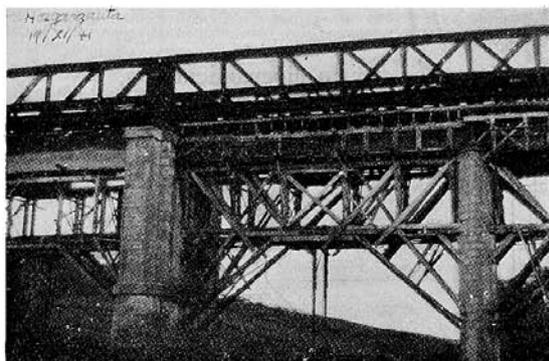
Fotografía 26.



Fotografía 27.



Fotografía 28.



Fotografía 29.

han determinado bruscos cambios de rasante, rampas y baches en el afirmado de la carretera y la prohibición de circular vehículos pesados, etc.

Ante esta perspectiva, se hicieron sondeos hasta 40 m. de profundidad, dando por resultado que los fangos y arenas llegaban hasta el final, es decir, indefinidamente, y, por consiguiente, que había que cimentar en ellos. Sin embargo, los terrenos de Palmones, con más proporción de arena, eran mejores que los de Guadarranque.

Haber sustituido los tramos metálicos por otros metálicos hubiera sido muy caro, y, en general, otra solución cualquiera a base de utilizar las mismas pilas y estribos antiguos era dudosa por la mala cimentación y difícil y costoso refuerzo de la misma. Esto nos conducía a proyectar una variante y construir un puente nuevo completamente al lado del antiguo, si bien distanciado del existente, como mínimo, 20 m., para que los trabajos de la cimentación nueva no influyeran en los de la antigua.

Las razones anteriormente apuntadas inducían a ahorrar cimentación todo lo posible, ya que forzosamente debía ser cara. La rasante era baja, por lo que la solución de tramos rectos isostáticos era obligada, y no podía forzarse porque en máximas avenidas, sobre todo si coincidían con la pleamar, el nivel de las aguas era muy alto.

Atendiendo a estas razones, se proyectó inicialmente una solución a base de tramos rectos de hormigón armado, de tablero inferior, con vigas principales de tipo Vierendeel, de cabeza superior parabólica, de 25 m. de luz, proyectados con gran prudencia y apoyados, por intermedio de sus aparatos de apoyo, sobre pilas de hormigón en masa, cimentadas sobre cajones de hormigón armado, hincados por aire comprimido. Las figuras 12 y 13 dan idea de estos tramos.

No obstante, llegado el momento de la construcción, se desistió de esta solución, porque siendo el fondo del cauce de arena o fango, como ya se ha indicado, era muy difícil asegurar la buena cimentación de las cimbras para garantizar su indeformabilidad casi absoluta, aunque hubieran sido muy fuertes. Por esta razón se modificó el proyecto, previendo tramos rectos con tablero superior, completamente corrientes, de luz mitad apoyados sobre pilas de hormigón en masa, cimentadas sobre cajones circulares de hormigón armado, hincados por aire comprimido. Siendo la luz de los tramos 13 m., y el diámetro de los cajones de cimentación de 6 m., quedaba muy poco espacio libre en el cauce entre cajón y cajón, y las cimbras de los tramos podían ser extremadamente sencillas. Esto nos decidió por esta solución.

La cimentación de Palmones llegó a 9 ó 9,50 m. de profundidad, y no ofrece ninguna particularidad; la figura 14 muestra los cajones empleados. La de

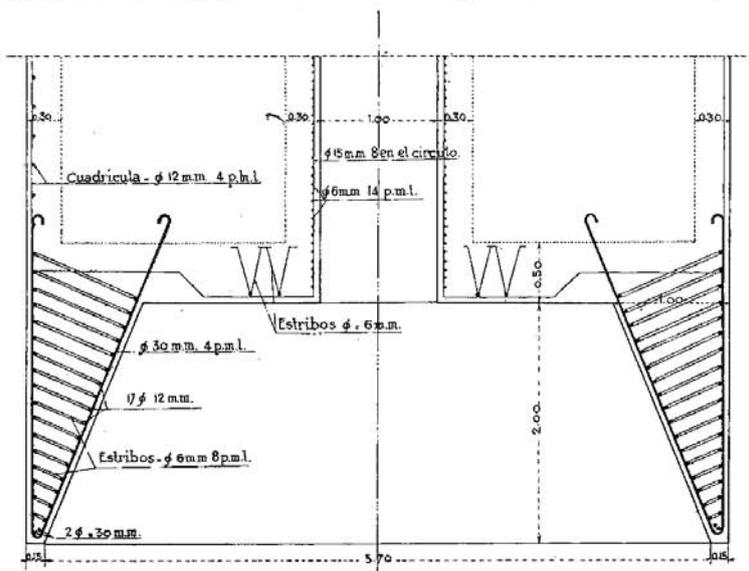


Figura 14.

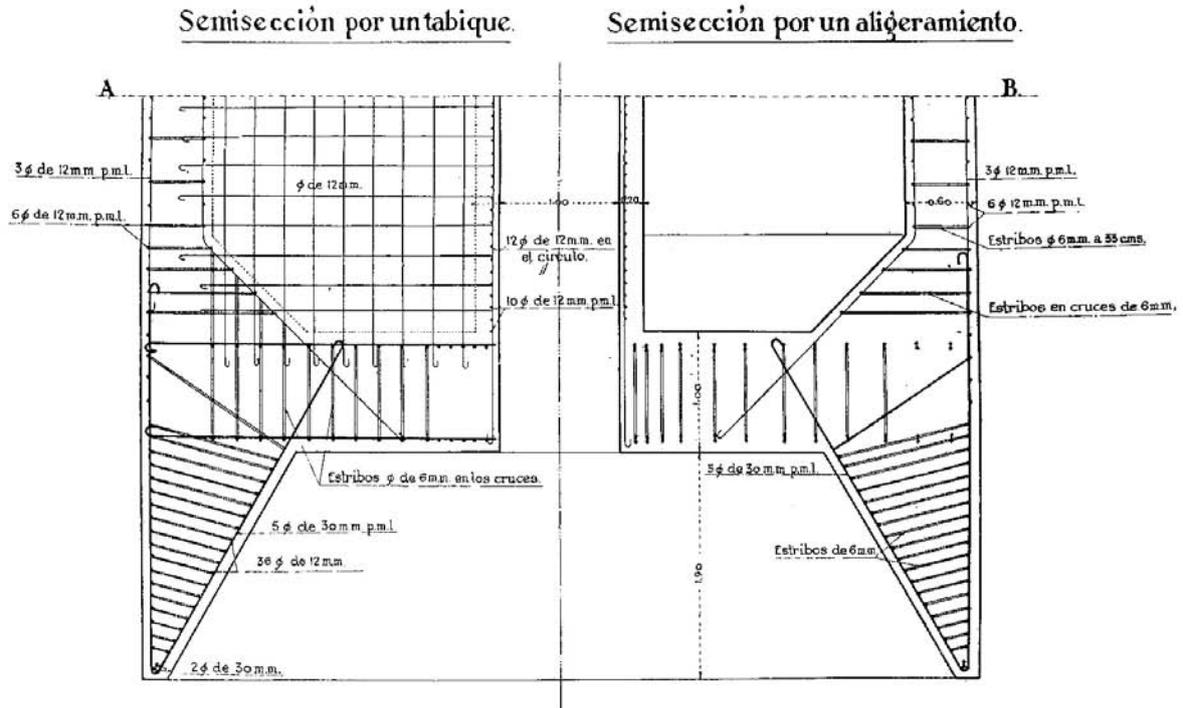


Figura 15.

**Semisección A-B.**

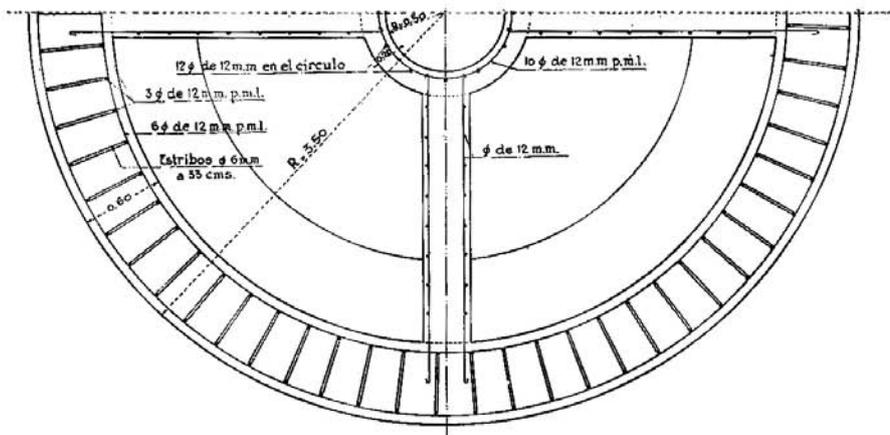
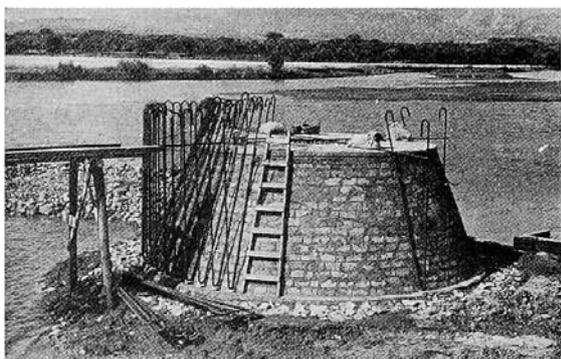
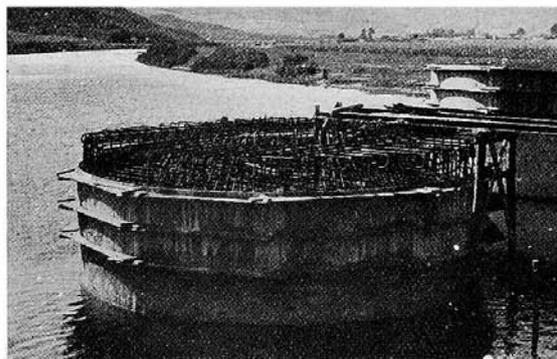


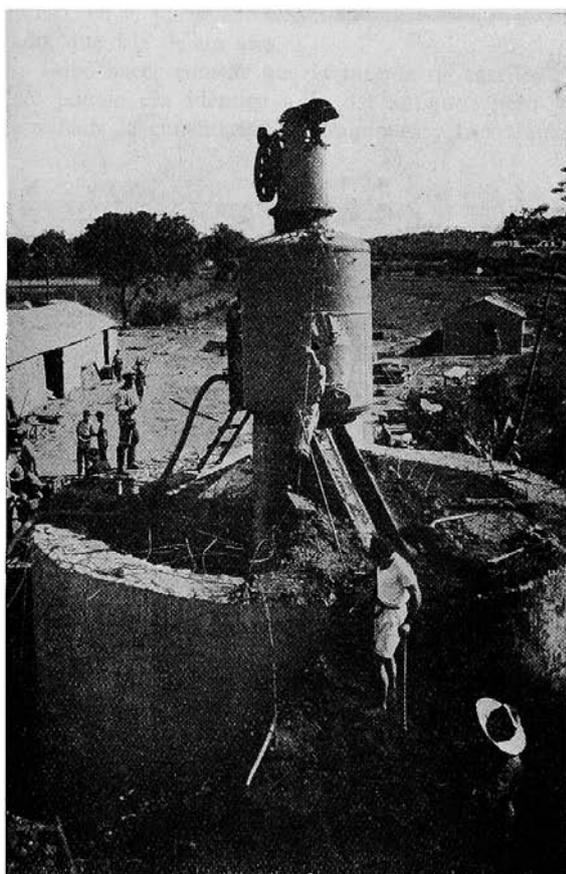
Figura 16.



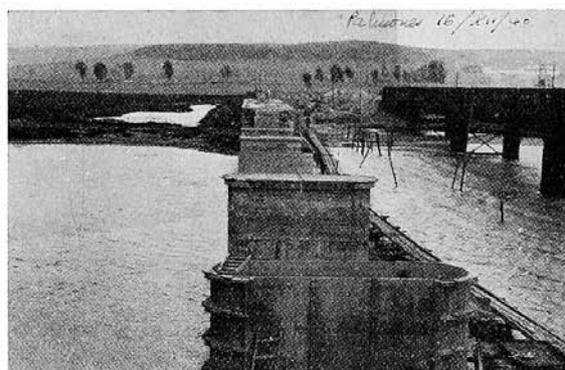
Fotografía 30.



Fotografía 32.



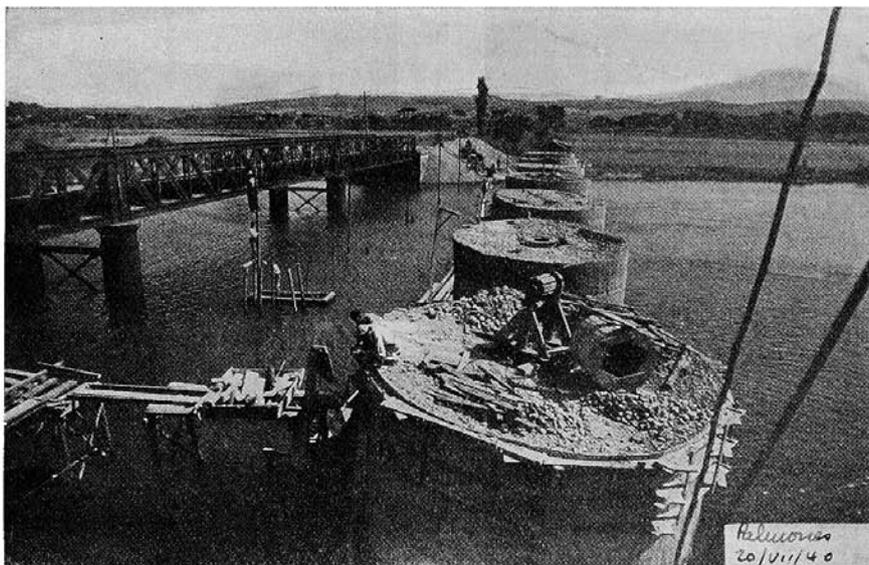
Fotografía 31.



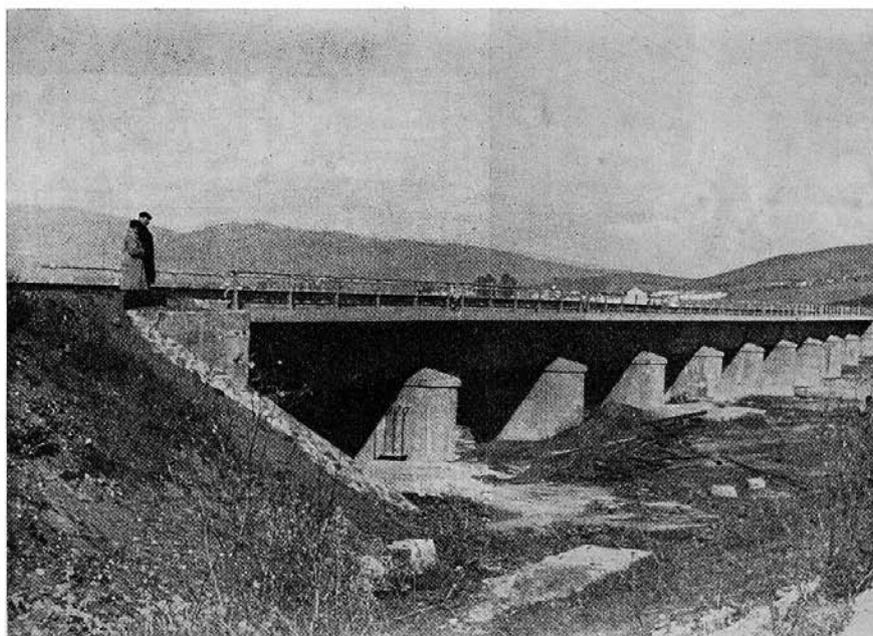
Fotografía 33.



Fotografía 34.



Fotografía 35.



Fotografía 36.

Guadarranque llegó a 13 m., y como el terreno atravesado era peor, se aligeraron los cajones en la forma que ponen de manifiesto las figuras 15 y 16. Este aligeramiento equivale, en realidad, a dejar huecos los cajones de cimentación, y esto obligó a armar los techos de las cámaras de trabajo para resistir la presión del aire de abajo a arriba y en sentido contrario, previendo una posible inundación de estos aligeramientos estando puestas las esclusas, pero recién quitado el aire de la cámara, o también para el caso de que, por falta de peso del cajón, no se hincase éste regularmente y fuese necesario lastrarlo. Esta disposición obligó también a disponer una losa armada para tapar el cajón una vez terminada su hincia y a construir una viga armada para dar apoyo a la pila o estribo correspondiente.

La cimentación de pilas y estribos fué idéntica, y esto obligó a disponer aletas voladas en éstos para la contención del terraplén.

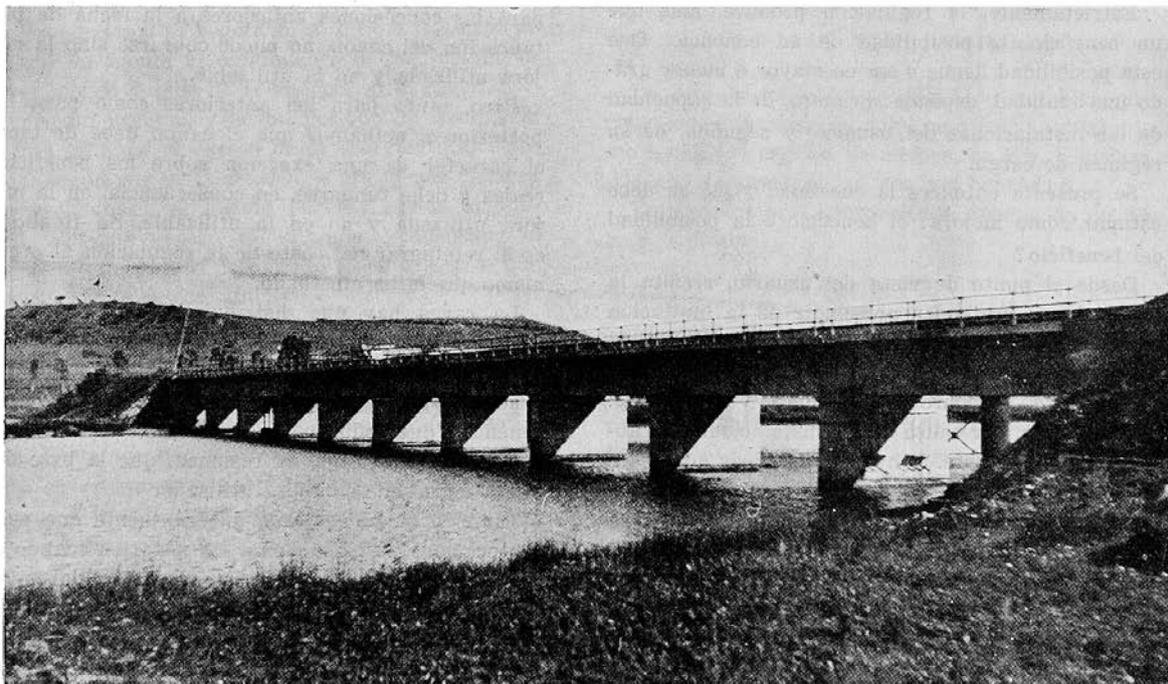
La ejecución de estas obras corrió a cargo de "Entrecanales y Távora, S. A.", que construyó la totalidad de estos puentes, salvo sus terraplenes de acceso, en el plazo de once meses, menor al contratado, que fué de un año.

Debo hacer constar que la rasante de carriles en este puente era idéntica a la del antiguo; pero ya terminada la cimentación de Palmones y tres tramos

del mismo, sobrevino una avenida tal, que nos obligó a elevar la rasante en un metro por encima de lo previsto. Esto obligó, como es consiguiente, a elevar los tramos ya construídos en esa misma cantidad, lo que se hizo muy fácilmente con gatos hidráulicos, que de 20 en 20 cm. los elevaban lo suficiente para recrecer las calzadas de madera que se dispusieron al efecto, sin más dispositivo de seguridad, hasta al canzar más de 1 m. por encima de su primitiva posición para permitir el recrecimiento de las pilas, que, naturalmente, estaban ya terminadas con arreglo a la primitiva rasante, y, una vez hecho esto, se bajaron por el mismo procedimiento a su posición definitiva. Esta operación se hizo felizmente, sin que apareciera la menor grieta en el hormigón, debido, sin duda, a haber dotado a los tramos de vigas de rigidez en sus extremos, ya que es prácticamente imposible conseguir en todo momento, durante la acción de los gatos, y, posteriormente, durante su apoyo sobre las calzadas de madera, que no haya alguna desnivelación en los cuatro puntos de apoyo del tramo.

Las fotografías números 30 a 37 recogen diversos aspectos de las obras durante su ejecución y una vez terminadas.

(Concluirá.)



Fotografía 37.

# LA SUSTITUCIÓN DE PUENTES EN LAS ANTIGUAS LÍNEAS DE LOS FERROCARRILES ANDALUCES

Por ALBERTO VIADER MUÑOZ, Ingeniero de Caminos.

*Termina en el presente artículo la descripción de estas sustituciones de puentes que hemos venido presentando a nuestros lectores, y que se condensan al final en unos cuadros-resúmenes, que pueden ser de utilidad para los proyectistas de esta clase de obras.*

(Conclusión.)

## Línea de Córdoba a Málaga.

En esta línea, desde principios de 1941, se han sustituido una serie de pontones metálicos por losas

de hormigón armado; se ha terminado el puente de La Falla, de 40 m. de luz, y se han sustituido los puentes de El Hoyo y de Campanillas, de 72 m. de luz. Vamos a describir solamente lo hecho en estos dos últimos.

### Puente de El Hoyo, kilómetro 140,264.

Quando en 1907 se produjeron las célebres inundaciones de Málaga, a consecuencia de las lluvias torrenciales que descargaron sobre toda la región, esta línea padeció, desde la cadena montañosa de El Chorro hasta Málaga, las consecuencias de tan desconocidas precipitaciones y en este trayecto quedó interrumpida la circulación por haber arrastrado las aguas numerosos puentes y terraplenes, que fueron reconstruidos bajo la impresión de aquella catástrofe con un exceso que se evidencia especialmente al contemplar algunos puentes en la zona de El Chorro, que bien pudieran ser sustituidos por muros de gran altura y longitud y cimentación tal vez delicada, pero evidentemente más económicas que los puentes metálicos existentes, o mediante otras disposiciones adecuadas. Prueba de esto es lo hecho en el puente de El Hoyo.

En el citado año 1907 no había puente alguno en este lugar. Existía una pequeña tajea que recogía las aguas del barranco de El Hoyo en forma insuficiente, como puede verse en la figura 17, pero muy corriente y hasta recomendada en algunos libros por su economía.

Sobrevino el tremendo temporal aludido, y al no tener suficiente desagüe la tajea, rompieron las aguas el terraplén, abriendo un cauce natural en el sitio donde debió haberse dispuesto el desagüe del terraplén, por ser la continuación del verdadero cauce del barranco.

Sobrecogidos, sin duda, por las circunstancias los

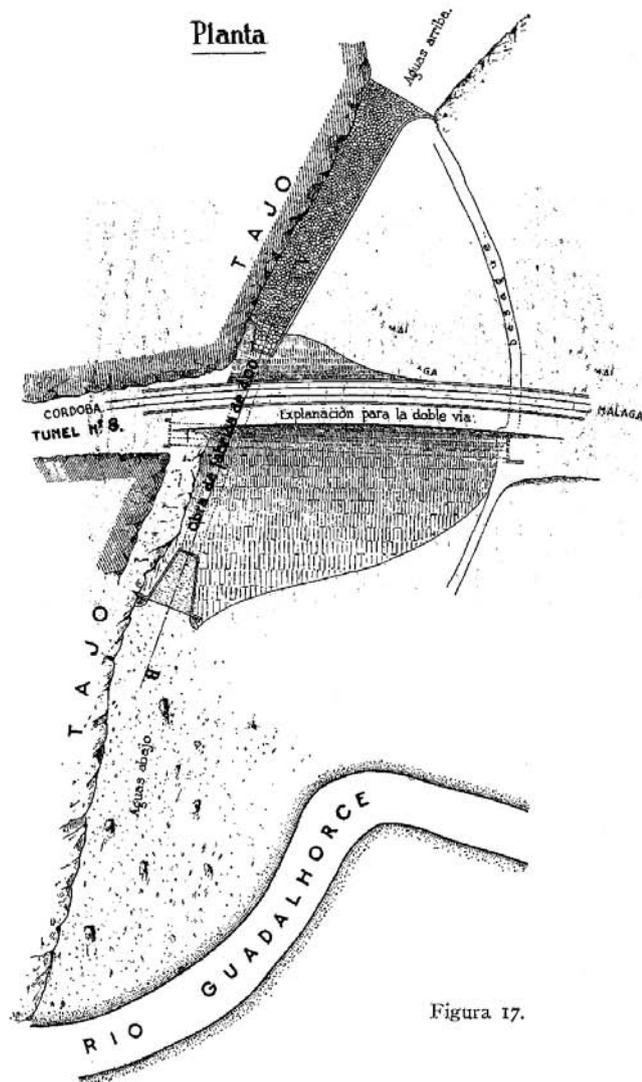


Figura 17.

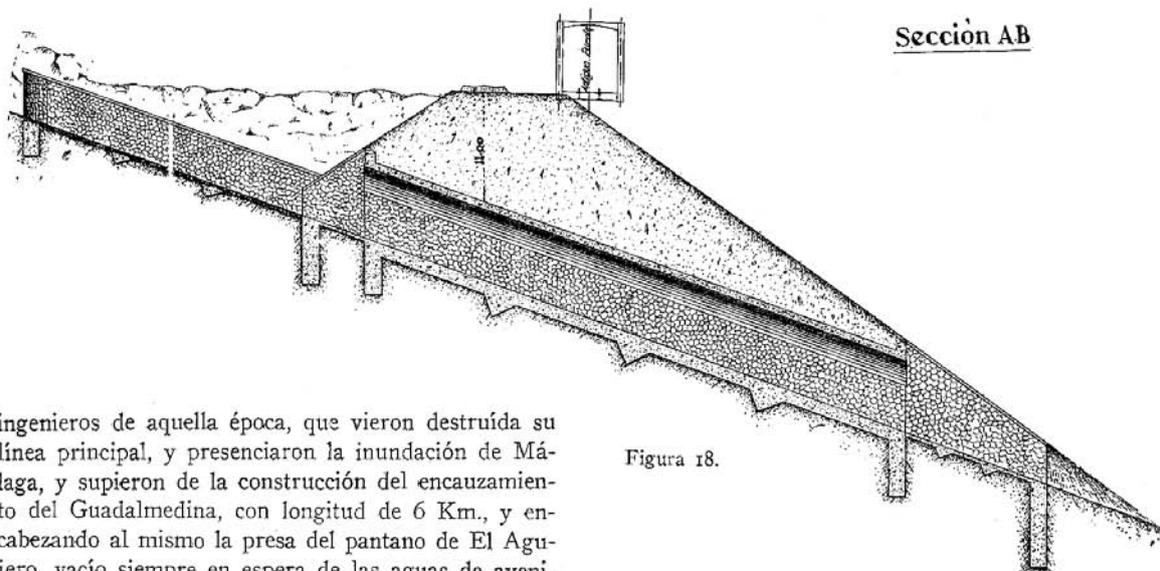


Figura 18.

ingenieros de aquella época, que vieron destruída su línea principal, y presenciaron la inundación de Málaga, y supieron de la construcción del encauzamiento del Guadalmedina, con longitud de 6 Km., y encabezando al mismo la presa del pantano de El Agujero, vacío siempre en espera de las aguas de avenidas máximas de este río, etc., etc., decidieron construir, en lugar del antiguo terraplén, sin apenas desagüe, un tramo metálico de 72 m. de luz, apoyado, por el lado Bobadilla, en la misma roca, perforada para ser atravesada en túnel, y por el otro, sobre un enorme cajón de hormigón armado, hincado a 17 m. de profundidad.

Anticuado ya aquel puente, se decidió su sustitución por otro también metálico de idéntica luz, y llegó a subastarse en 625.000 pesetas, sin que hubiera postor. Era para vía única. La solución que se ha dado a base de terraplén, en la forma que más adelante describimos, ha costado, aproximadamente, 500.000 pesetas y es para doble vía.

Las figuras 17 y 18 dan idea clara de la solución adoptada. Consiste, sencillamente, en dejar paso libre a las aguas por el cauce que ellas mismas abrieron.



Fotografía 38.

mediante la construcción de una tajea de 4 m. de luz y 6 de altura, más que suficiente para desaguar los caudales que por allí puedan circular, y sobre ella un terraplén que en el eje de la vía llega a alcanzar 11 m. de altura. Con objeto de que no puedan ir las aguas por otros cauces distintos del habilitado, se ha hecho del lado de aguas arriba un verdadero encauzamiento del torrente, y se ha vuelto a poner en servicio, para evacuar las escasas aguas de la ladera, la tajea antigua, que todavía subsistía.

Antes de decidirnos a adoptar la solución constructiva que se ha ejecutado, se hicieron pozos de sondeo, que dieron por resultado encontrar la roca a profundidades superiores, en todos los puntos, a 10 m., por lo que optamos por armar la losa de cimentación con carriles en un sentido y otro, previendo posibles asientos parciales del terreno de cimentación, que son acarrees del barranco.

La construcción del terraplén se ha hecho por tongadas de 20 cm., bien apisonadas y muy regadas, con lo que se ha conseguido no tener el más mínimo asiento al paso de los trenes.

La fotografía número 38 muestra un aspecto de la obra.

El contratista de la obra ha sido nuestro compañero D. Juan del Río.

*Puente sobre el río Campanillas, kilómetro 182,130.*

Éste es otro de los puentes arrastrados por las aguas en 1907. El puente existente entonces era metálico, de 65 m. de luz, y, según testigos presenciales

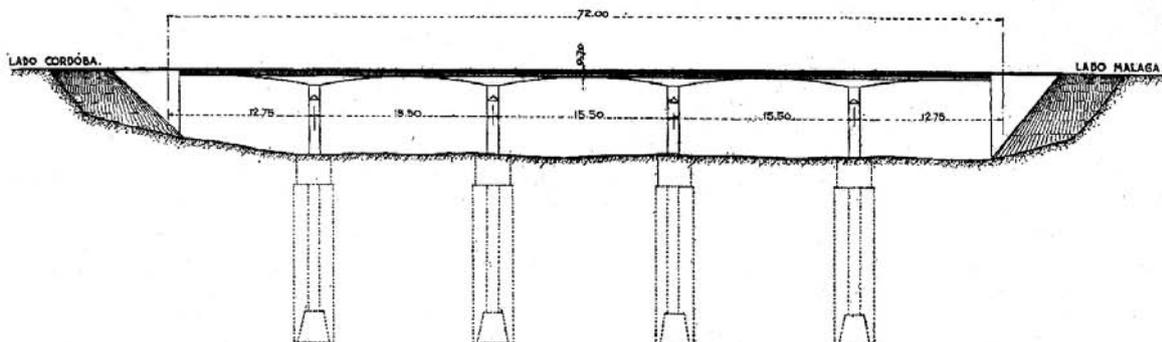
Alzado.

Figura 19.

que merecen absoluto crédito, fué arrastrado a 30 ó 35 m. aguas abajo: Se dió paso provisionalmente por otro de madera y se decidió como solución definitiva la construcción de otro tramo metálico de 72 metros de luz, apoyado sobre estribos cimentados sobre cajones metálicos, hincados por aire comprimido a 16 m. de profundidad. Éste es el que se ha sustituido ahora.

Se proyectó la sustitución por un puente de hormigón armado que ofreciera el máximo desagüe, vistos los peligrosos antecedentes de este río y la disminución del mismo por los acarreo durante los treinta y cinco años transcurridos, sin alterar la rasante de carriles, que era obligada, pues en ambos accesos hay rampa para llegar a ella, y monolítica, con objeto de que no existiese la menor posibilidad de ser arrastrado nuevamente por las aguas, aunque su nivel fuese superior al de carriles.

Estas posibilidades las ofrecía un puente pórtico de cinco vanos con empotramiento perfecto en la base de sus pilas, con dinteles en losa y cimenta-

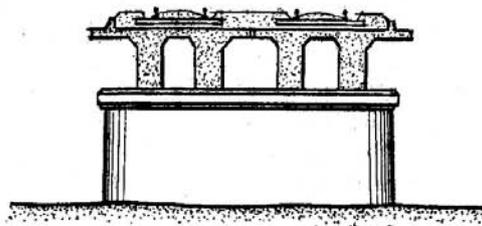


Figura 21.

ción por aire comprimido a la misma profundidad que la alcanzada en los estribos. La figura. 19 da idea de esta elegante solución.

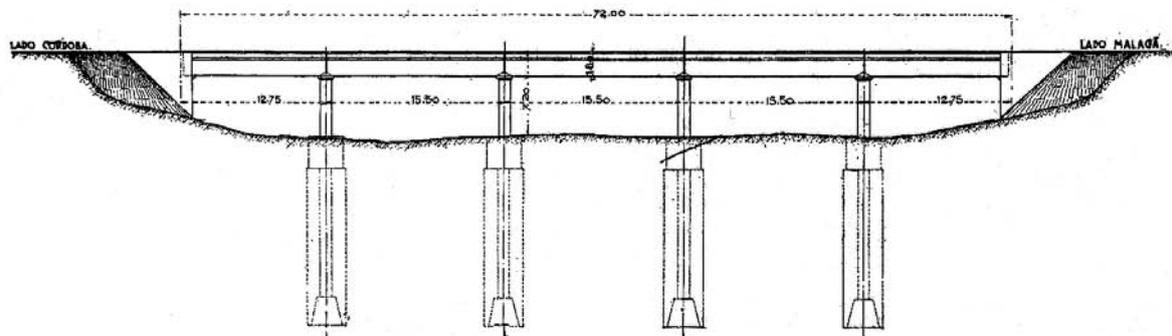
Alzado.

Figura 20.

Ejecutada la cimentación y alzados de pilas con arreglo al proyecto citado, y montadas las cimbras y encofrados, y presentadas las armaduras a punto de hormigonar, la Superioridad, con criterio más prudente que el mío, a la vista de los resultados obtenidos en la rotura de probetas de hormigón de las pilas, decidió la construcción de tramos rectos apoyados sobre las pilas ya construídas, de la forma que ponen de manifiesto las figuras 20 y 21.

Las obras han sido ejecutadas, sin el menor contratiempo y a plena satisfacción, por "Ferrocarriles y Construcciones A. B. C."

#### Línea de Marchena a Valchillón.

En esta línea no se ha llegado todavía a hacer la sustitución de sus puentes, pero sí se hicieron los proyectos correspondientes. Además de la sustitución de pontones de pequeña luz por losas de hormigón

armado y de tres puentes de 10 m., esta línea tiene los puentes siguientes:

Km.	5,584	de	50	m. de longitud en 2 tramos.
"	7,517	"	30	" " 1 "
"	22,894	"	20	" " 2 "
"	46,154	"	100	" " 2 "
"	66,752	"	50	" " 1 "
"	73,869	"	20	" " 1 "
"	89,333	"	50	" " 1 "

Hacemos mención de estos proyectos solamente para recoger, en los datos estadísticos que damos a continuación, los coeficientes de calidad de los mismos.

#### Coeficientes de calidad.

Damos a continuación los "coeficientes de calidad" de los puentes mencionados y de las losas armadas con carriles, que hemos empleado con éxito en las líneas citadas, precedidos de un cuadro en el que se indican las características y dimensiones principales:

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES PRINCIPALES

PUENTE	Tipo de puente	Cimentos	Luz Metros	Espesor		Canto total Metros	Ancho total en planta Metros	Ancho de la bóveda o nervio Metros	Flecha Luz	OBSERVACIONES
				En clave Metros	En arranques Metros					
<b>Línea de Bobadilla a Algeciras:</b>										
Guadiaro, primer paso. Km. 95,400 .....	Anillos independientes, tímpanos aligerados.	Un lado, con pilotaje "in situ"; el otro, directamente con agotamientos.	26,—	0,90	1,60	1,52	4,80	0,80	1/2,80	El estribo lado Bobadilla, cimentado sobre pilotes de hormigón armado, sistema Rodio, de 0,42 m. de diámetro, a una profundidad media de 7,35 metros, y el estribo lado Algeciras, directamente sobre el terreno, a una profundidad de 2 m. en la parte ampliada.
Guadiaro, segundo paso. Km. 106,480 .....	Tres tramos rectos de 13,75 m. cada uno.	Pilas directamente con agotamientos; pero una, reforzada con pilotes "in situ".	13,—	0,68	0,88	1,52	4,80	0,50	1/5	La cimentación de la pila lado Algeciras, reforzada con pilotes armados de 0,42 m. φ. sistema Rodio, de una profundidad media de 6,45 m. La cimentación de la pila lado Bobadilla, a 4 metros de profundidad, y a 4,50 metros la de Algeciras.
Guadiaro, tercer paso. Km. 114,764 .....	Bóveda, tímpanos aligerados.	Directos sobre roca.	28,—	0,75	1,50	1,52	4,80	4,—	1/2	La cimentación de los estribos en la parte ampliada, sobre roca, a una profundidad media de 1,50 m. La vía está en curva de 300 m. de radio.
Guadiaro, cuarto paso. Km. 114,954 .....	Tres bóvedas oblicuas de 11,10 m., tímpanos macizos.	Directos sobre roca.	11,10	0,80	1,52	1,52	5,50	5,50	1/2,50	La cimentación estribos sobre roca, a una profundidad media de 0,90 m., y las de las pilas, a 2,30 m. La vía está en curva de 300 m. de radio.
El Maillo. Viaducto proyectado. Kilómetro 122,745 .....	Cinco bóvedas de 20 m. y dos de 10 m., con tímpanos aligerados en todas.	Directos.	20,— y 10,—	0,50	0,95	1,52	4,80	4,—	1/2,50	Las cimentaciones de pilas y estribos, proyectados a 3 m. de profundidad.
El Maillo. Proyecto construido .....	Dos bóvedas, tímpanos aligerados.	Se han aprovechado los antiguos, ampliando ligeramente los de los estribos, directamente sobre roca.	35,—	1,40	2,50	1,52	4,90	3,50	1/3	Las cimentaciones de los estribos en la parte ampliada, a 1 m. de profundidad.
Hozgarganta. Kilómetro 135,756 .....	Cuatro tramos rectos de 13,859 m. cada uno.	Se aprovechan los antiguos. Construidos nuevos, sólo los de las dos pilas de nueva construcción sobre pilotes "in situ".	13,—			1,52	4,80	0,50		Las cimentaciones de las pilas nuevas, sobre pilotes de hormigón armado, sistema Rodio, de 0,42 m. de diámetro, a una profundidad media de 11,80 m.

**CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES PRINCIPALES** (Continuación.)

P U E N T E	Tipo de puente	Cimientos	Luz — Metros	Flecha — Metros	Espesor		Canto total — Metros	Ancho total en planta — Metros	Ancho de la bóveda o nervio — Metros	Flecha Luz	OBSERVACIONES
					En clave — Metros	En arran- ques — Metros					
Guadarranque. Vigas Vierendeel. Kilóme- tro 163,735 .....	Cinco tramos de 26 m. cada uno.	Cajones de hormigón ar- mado, hincados por aire comprimido.	25,—	—	—	—	6,40	0,90	—	—	La cimentación de pilas y estribos, so- bre cajones de hormigón armado, hin- cados por aire comprimido, a 13 m. de profundidad.
Guadarranque. Proyec- to construido .....	Diez tramos rectos de 13 m. cada uno.	Cajones de hormigón ar- mado, hincados por aire comprimido.	12,50	—	—	1,90	4,80	0,60	—	—	La cimentación de pilas y estribos, so- bre cajones de hormigón armado, hin- cados por aire comprimido, de 7 m. de diámetro, a una profundidad me- dia de 9,44 m.
Palmones. Vigas Vie- rendeel. Km. 169,253.	Cinco tramos de 26 m. cada uno.	Cajones de hormigón ar- mado, hincados por aire comprimido.	25,—	—	—	—	6,40	0,90	—	—	La cimentación de estribos y pilas, so- bre cajones de hormigón armado, hin- cados por aire comprimido, a 9 m. de profundidad.
Palmones. P r o y e c t o construido .....	Diez tramos rectos de 13 m. cada uno.	Cajones de hormigón ar- mado, hincados por aire comprimido.	12,50	—	—	1,90	4,80	0,60	—	—	La cimentación de pilas y estribos, so- bre cajones de hormigón armado, hin- cados por aire comprimido, de 6 m. de diámetro, a una profundidad me- dia de 13,34 m.
Puentes de 10 m, re- bajados a 1/2.....	Bóvedas, tímpanos ma- cizos.	Se han aprovechado los antiguos, sin retuerzo alguno.	10,—	5,—	0,75	1,50	5,50	5,50	—	1/2	—
Puentes de 10 m, re- bajados a 1/6.....	Bóvedas, tímpanos ma- cizos.	Se han aprovechado los antiguos, con retuerzo.	10,—	1,66	0,75	1,05	5,50	5,50	—	1/6	—
<b>Línea de Córdoba a Málaga:</b>											
El Hoyo. Km. 140,264.	Alcantarilla de 4 m. de luz.	Directos.	4,—	2,—	0,75	1,17	—	48,20	—	1/2	La cimentación sobre una losa de hor- migón armado, con carriles de 1,20 m. de espesor.
Campanillas. Kilóme- tro 182,130 .....	Pórtico de 5 vanos: 3 de 15,50 m. y 2 de 12,75.	Cajones de hormigón ar- mado, hincados por aire comprimido.	14,50 y 11,75	0,50	0,70	1,30	10,—	9,—	—	—	La cimentación de pilas y estribos, so- bre cajones de hormigón armado, hin- cados por aire comprimido, a una profundidad media de 16,35 m.
Campanillas. Tramos rectos .....	Cinco tramos rectos.	Cajones de hormigón ar- mado, hincados por aire comprimido.	11,90 14,70 13,20 11,10	—	—	—	1,78	8,44	0,76	—	La cimentación de pilas y estribos, so- bre cajones de hormigón armado, hin- cados por aire comprimido, a una pro- fundidad media de 16,35 m.

(Conclusión.)

CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES PRINCIPALES

PUENTE	Tipo de puente	Cimientos	Luz — Metros	Flecha — Metros	Espesor		Canto total — Metros	Ancho total en planta — Metros	Ancho de la bóveda o nervio — Metros	Flecha — luz	OBSERVACIONES
					En clave — Metros	En arran- ques — Metros					
Losas de 3 m. ....		Aprovechados los antiguos	2,—				0,24	5,—			
" de 4 m. ....		Idem.	3,—				0,24	5,—			
" de 5 m. ....		Idem.	4,—				0,40	5,—			
" de 6 m. ....		Idem.	5,—				0,40	5,—			
" de 7 m. ....		Idem.	6,—				0,40	5,—			
" de 8 m. ....		Idem.	7,—				0,50	5,—			
<b>Línea de Marchena a Valchillón:</b>											
Corbones. Km. 5,584...	Cuatro tramos rectos de 13,75 m. cada uno.	Pilas nuevas, directamente con agotamientos.	11,69 11,885 11,885 11,18				1,52	4,80	0,50		
Salado. Km. 7,517.....	Tres tramos rectos de 10,65 m. cada uno.	Pilas directamente con agotamientos.	9,10 9,50 9,10				1,23	4,80			
Madre Fuentes. Kilómetro 22,804 .....	Dos tramos rectos de 11,70 m. cada uno.	Se aprovechan los antiguos de pila y estribos, siendo de nueva construcción el alzado de la pila.	10,—				1,38	4,80	0,50		
Genil. Km. 46,154.....	Cinco bóvedas de 20 m. cada una, con tímpanos aligerados.	Los estribos, directamente con agotamientos, y las pilas, sobre cajones de hormigón armado, hincados por aire comprimido.	20,—	4,—	0,80	1,20		4,80	4,80	1/5	La cimentación de las pilas, sobre cajones de hormigón armado, hincados por aire comprimido, a una profundidad de 7 m., y la de los estribos, directamente a una profundidad de 3 metros, el del lado Marchena, y 6 metros, el del lado Valchillón.
Guadalmezán. Kilómetro 66,752 .....	Tres bóvedas, tímpanos macizos.	Se aprovechan los antiguos de los estribos, reforzándolos, y se construyen los de las pilas con cajones de hormigón armado.	15,80	2,63	0,64	1,—		4,80	4,80	1/6	La ampliación de cimientos en estribos, directamente con agotamientos, a una profundidad de 2,50 m., y los de las pilas, con cajones de hormigón armado, en pozo indio, a una profundidad de 6 m.
La Marota. Km. 73,869	Bóveda, tímpanos aligerados.	Se aprovechan los antiguos.	20,636	5,159	0,80	0,90		4,80	4,80	1/4	
Guadajoz. Km. 89,333	Tres bóvedas, tímpanos macizos.	Se aprovechan los antiguos de los estribos, reforzándolos, y se construyen los de las pilas con cajones de hormigón armado.	15,80	2,63	0,64	1,—		4,80	4,80	1/6	La ampliación de cimientos en estribos, directamente con agotamientos, a una profundidad de 4 m., y los de las pilas, con cajones de hormigón armado, en pozo indio, a una profundidad de 6,50 m.

**CÓEFICIENTES DE CALIDAD, RELATIVOS A LAS ARMADURAS**

P U E N T E	Peso en Kgs. en las armaduras						Cuantía en Kg./m. <sup>2</sup>			Relaciones en %		Observaciones
	En φ	Perfiles laminados	En carriles	Totales	Por m. l. en bóveda sólo	Por m. l.	Total	En bóveda	En timpanos y voladizos	Armadura rígida	Timpanos y voladizos	
										Total bóveda	Total bóveda	
Guadaro, primer paso.....	21 766	12 051	»	33 817	647	1 063	200	317	127	58,5	64,2	
" segundo paso.....	20 448	»	»	20 448	»	496	191	»	»	»	»	
" tercer paso.....	16 382	»	»	16 382	370	561	94	84	84	»	51,6	
" cuarto paso.....	De hormigón en masa.											
El Maifillo (Viaducto proyectado).....	11 324	703	»	12 027	»	91	12	»	87	»	»	
" (Proyecto construido).....	24 387	14 156	56 736	95 279	597	1 125	74	63	92	100	83,3	
Hozgarganta .....	27 424	»	»	27 424	»	494	191	»	»	»	»	
Guadarranque. Vigas Vierendeel.....	146 983	»	»	146 983	»	1 130	170	»	»	»	»	
" Proyecto construido.....	55 116	»	»	55 116	»	423	126	»	»	»	»	
Palmones. Vigas Vierendeel.....	146 983	»	»	146 983	»	1 130	170	»	»	»	»	
" Proyecto construido.....	55 116	»	»	55 116	»	423	126	»	»	»	»	
Puentes de 10 m., rebajados a 1/2.....	De hormigón en masa.											
Puentes de 10 m., rebajados a 1/6.....	Ídem.											
El Hoyo .....	Ídem.											
Campanillas (pórtico) .....	197 948	»	»	197 948	»	2 719	247,8	»	»	»	»	
" (tramos rectos).....	87 096	»	»	87 096	»	1 196	152,3	»	»	»	»	
Losas de 3 m. ....	»	»	2 150	2 150	»	717	597	»	»	»	»	
" de 4 m. ....	»	»	5 376	5 376	»	1 344	1 120	»	»	»	»	
" de 5 m. ....	770	»	6 720	7 490	»	1 498	749	»	»	»	»	
" de 6 m. ....	1 227	»	9 920	11 147	»	1 858	929	»	»	»	»	
" de 7 m. ....	1 432	»	16 000	17 432	»	2 490	1 245	»	»	»	»	
" de 8 m. ....	1 262	»	20 480	21 742	»	2 718	1 087	»	»	»	»	
Corbones .....	27 456	»	»	27 456	»	498	201	»	»	»	»	
Salado .....	12 420	»	»	12 420	»	388	181	»	»	»	»	
Madre Fuentes .....	10 772	»	»	10 772	»	460	191	»	»	»	»	
Genil .....	5 555	»	»	5 555	55,5	55,5	8,9	15	»	»	»	
Guadalmazán .....	8 931	»	»	8 931	178	178	40	62,9	»	»	»	
La Marota .....	1 838	»	»	1 838	85,8	85,8	4,2	5	»	»	»	
Guadajoz .....	8 931	»	»	8 931	178	178	40	62,9	»	»	»	

COEFICIENTES DE CALIDAD, RELATIVOS A LOS HORMIGONES

P U E N T E	VOLÚMENES DE HORMIGÓN CORRESPONDIENTES A										ENCOFRADOS					OBSERVACIONES. . . . .	
	Superestructura	Pilas	Estribos	Cimientos	Bóvedas	Timpanos	Superestructura m. l.	Bóvedas luz	Bóvedas flecha	Timpanos l x f	Peso propio/m. l. (Superestructura) Kg./m. l.	m. <sup>2</sup> de longitud en m. l. superestructura.	m. <sup>2</sup> de hormigón en superestructura.	m. <sup>2</sup> en bóvedas. . .	m. <sup>2</sup> en timpanos y voladizos.		m. <sup>2</sup> de bóveda m. <sup>2</sup> de superestructura en %.
Guadaro, primer paso	169,328	—	107,050	147,264	65,010	71,713	5,3	2,5	7,2	0,306	12 778	20,2	3,8	9,0	1,7	38,4	34,7
Guadaro, segundo paso	107,097	73,76	310,04	310,04	—	—	2,6	—	—	—	6 230	11,3	4,3	—	—	—	63,1
Guadaro, tercer paso	174,11	—	84,87	8,21	128,48	27,130	5,9	4,6	22,9	0,173	14 310	16,0	2,7	6,3	2,3	73,7	3,0
Guadaro, cuarto paso	643,11	308,54	162,58	404,69	388,069	254,04	13,2	11,6	23,3	4,1	29 172	6,1	0,75	8,8	—	60,3	26,7
El Malillo, Viaducto proyectado.	958,30	1 686,25	311,20	1 133,54	728,65	52,80	7,7	7,3	18,2	0,07	16 967	17,3	2,2	11,1	0,9	86,1	27,7
El Malillo, Proyecto a construirse.	1 284,57	352,19	14,70	32,00	91,72	7,76	15,2	4,6	11,5	0,10	36 398	26,3	2,7	9,9	1,3	81,5	1,9
Hozgarganta	143,38	101,21	2,80	125,02	799,22	337,70	2,6	—	34,2	0,41	6 206	11,3	4,4	—	—	—	33,5
Guadarranque, Vigas Vierendeel	861,15	131,16	111,42	5 196,00	—	—	6,6	—	—	—	15 898	26,9	4,1	—	—	—	82,4
Guadarranque, Proyecto a construirse.	436,36	224,80	95,43	2 968,95	—	—	3,3	—	—	—	8 055	13,2	3,9	—	—	—	79,6
Palmones, Vigas Vierendeel	861,15	123,20	106,30	4 863,00	—	—	6,6	—	—	—	15 898	26,9	4,1	—	—	—	81,7
Palmones, Proyecto a construirse	436,36	192,88	93,51	2 549,95	—	—	3,3	—	—	—	8 055	13,2	3,9	—	—	—	77,9
Puentes de 10 m., rebajados a 1/2.	90,63	—	66,29	—	42,32	48,31	8,0	4,2	8,4	0,96	17 644	8,6	0,95	4,2	—	46,6	—
Puentes de 10 m., rebajados a 1/6.	82,59	—	34,91	—	39,96	42,63	7,3	4,0	24,1	2,6	16 078	6,2	0,74	6,2	—	48,3	38,8
El Hoyo	456,99	—	1 222,44	1 065,08	442,53	14,46	—	—	—	—	—	—	0,68	—	—	96,8	—
Campanillas (pórtico)	798,72	227,01	272,78	2 516,48	—	—	11,0	—	—	—	26 331	17,4	1,6	—	—	—	70,1
Campanillas (tramos rectos)	571,60	170,42	105,44	2 516,48	—	—	7,8	—	—	—	18 843	19,9	1,9	—	—	—	74,8
Losas de 3 m.	3,60	—	—	—	—	—	1,2	—	—	—	2 640	6,3	5,2	—	—	—	—
" de 4 m.	4,80	—	—	—	—	—	1,2	—	—	—	2 640	6,1	5,1	—	—	—	—
" de 5 m.	10,00	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	4 400	6,6	3,3	—	—	—	—
" de 6 m.	12,00	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	4 400	6,5	3,2	—	—	—	—
" de 7 m.	14,00	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	4 400	6,4	3,2	—	—	—	—
" de 8 m.	20,00	—	—	—	—	—	2,5	—	—	—	5 500	6,6	2,6	—	—	—	—
Corbones	136,28	60,73	26,96	186,00	—	—	2,5	—	—	—	5 930	11,3	4,5	—	—	—	45,4
Salado	68,40	35,63	29,28	174,00	—	—	2,1	—	—	—	5 130	9,3	4,1	—	—	—	56,6
Madre Fuentes	56,22	14,86	23,29	—	—	—	2,4	—	—	—	5 766	10,0	4,3	—	—	—	—
Genil	619,96	446,13	720,09	2 67,14	371,28	248,68	6,2	3,7	18,6	3,1	14 259	11,5	1,85	7,1	1,1	59,9	55,9
Guadalmazán	277,51	112,58	51,14	593,95	198,36	79,15	5,5	4,2	25,1	1,9	12 740	8,7	1,6	1,5	1,0	71,5	57,5
La Marota	200,67	—	—	—	127,30	73,37	9,4	6,2	24,7	0,69	20 630	16,4	1,75	8,1	1,3	63,4	—
Guadajoz	277,51	188,02	43,11	649,12	198,36	79,15	5,5	4,2	25,1	1,9	12 740	8,7	1,6	1,5	1,0	71,5	56,1

“Planeamiento de la red del metro de Sevilla”

José María Aponte, Fernando Bernaldo de Quirós

*Revista de Obras Públicas* vol. 121, nº 3.113,  
septiembre de 1974, pp. 645-657



# PLANEAMIENTO DE LA RED DEL METRO DE SEVILLA (\*)

Por JOSE MARIA APONTE  
 FERNANDO BERNALDO DE QUIROS  
 Dres. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

*La necesidad de fomentar el establecimiento de sistemas de transporte colectivo, que contribuyan a reducir el consumo innecesario y la deterioración del medio, así como la congestión del tráfico urbano, determinan la implantación de metropolitanos. El artículo expone la sistemática del planeamiento de la red del Metro de Sevilla, recientemente realizado.*

## 1. INTRODUCCION

Durante las últimas décadas de este siglo, se ha concedido singular importancia, en casi todos los países, a los problemas que plantea la planificación adecuada del transporte urbano. El crecimiento de las ciudades, tanto en extensión como en población, incontrolado en muchas ocasiones; el incremento del nivel de renta y de la tasa de motorización, así como la elevada densidad de algunas zonas en las grandes ciudades, son factores, entre otros, que generan un aumento de la demanda de viajes al centro urbano. La congestión del centro ocasiona pérdidas de tiempo y deteriora el ambiente (ruido, contaminación atmosférica, etc.).

La incapacidad del transporte privado (incluso en ciudades cuya planificación ha tenido en cuenta estos problemas) para atender adecuadamente a este incremento de la demanda, conduce a la necesidad de concebir un plan de transportes colectivos que pueda proporcionar un servicio seguro, rápido, eficaz y cómodo que atraiga incluso a los habituales usuarios del automóvil.

Las especiales características de los ferrocarriles metropolitanos, dotados de infraestructuras independientes, permiten establecer un servicio de transporte regular de viajeros de gran capacidad y con velocidades medias superiores a las del transporte urbano de superficie.

Los elevados costes de inversión que comporta la puesta en servicio de un ferrocarril metropolitano obliga a considerar la demanda potencial de usuarios, que se relaciona, ineludiblemente, con el tamaño de las aglomeraciones de población. El crecimiento de la demanda de transporte ha desplazado los límites, que generalmente se fijaban en un millón de habitantes, hacia cotas inferiores. Actualmente, en ciudades con una población inferior a esta cifra se planea la construcción de un Metro.

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de diciembre de 1974.

En el caso concreto de la ciudad de Sevilla se registra una fuerte expansión demográfica, debida, en parte, a la tasa de crecimiento migratorio (una de las más elevadas de España), que se une al incremento del índice de motorización y de su creciente transformación en capital de servicios. Por otra parte, la problemática del transporte urbano se ve afectada por la existencia de una red viaria inadecuada, fundamentalmente en el casco antiguo, conjunto de calles estrechas y sinuosas, donde se concentra además la mayor parte de las oficinas, comercios y locales de espectáculos de la ciudad, características que justifican la puesta en servicio de un ferrocarril metropolitano, independientemente de su número de habitantes.

## 2. METODOLOGIA

La fuerte inversión necesaria para la construcción de un Metro, la gran duración de las infraestructuras y su irreversibilidad exigen realizar un estudio de la demanda actual y su distribución entre los distintos modos, así como su proyección a medio y largo plazo. En el planeamiento de la red del Metro de Sevilla se realizó un estudio integral de transporte, cuya estructura general se refleja en el organigrama que aparece en la figura 1, y cuyas actividades pueden agruparse en los bloques siguientes:

a) Recogida de información (demografía, puestos de empleo por sectores de actividad, etc.) y toma directa de datos de la demanda de viajes, por medio de encuestas.

b) Análisis del volumen de la demanda de viajes y su definición en función de variables explicativas socioeconómicas, cuya evolución puede preverse para realizar proyecciones a medio y largo plazo.

c) Distribución de los viajes entre las distintas zonas consideradas. Para los propietarios de coches, distribución de los viajes según el modo de transporte (coche y transporte público).

d) Prognosis de la demanda y distribución de la misma para los años horizonte considerados. Este bloque comprende:

- La definición y evaluación de las distintas alternativas.
- La determinación de los años óptimos para la realización de las inversiones.

## 3. APLICACION DE LA METODOLOGIA AL PLANEAMIENTO DE LA RED DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE SEVILLA

### 3.1. *Recogida de información y toma directa de datos.*

La información básica utilizada ha sido la siguiente:

- Número de habitantes (a nivel de sección censal).
- Información urbanística y planes parciales vigentes.
- Parque de vehículos y su distribución por zonas.
- Puestos de empleo y su distribución por zonas.

ESTRUCTURA GENERAL DEL ESTUDIO DE TRANSPORTE PARA EL METRO DE SEVILLA

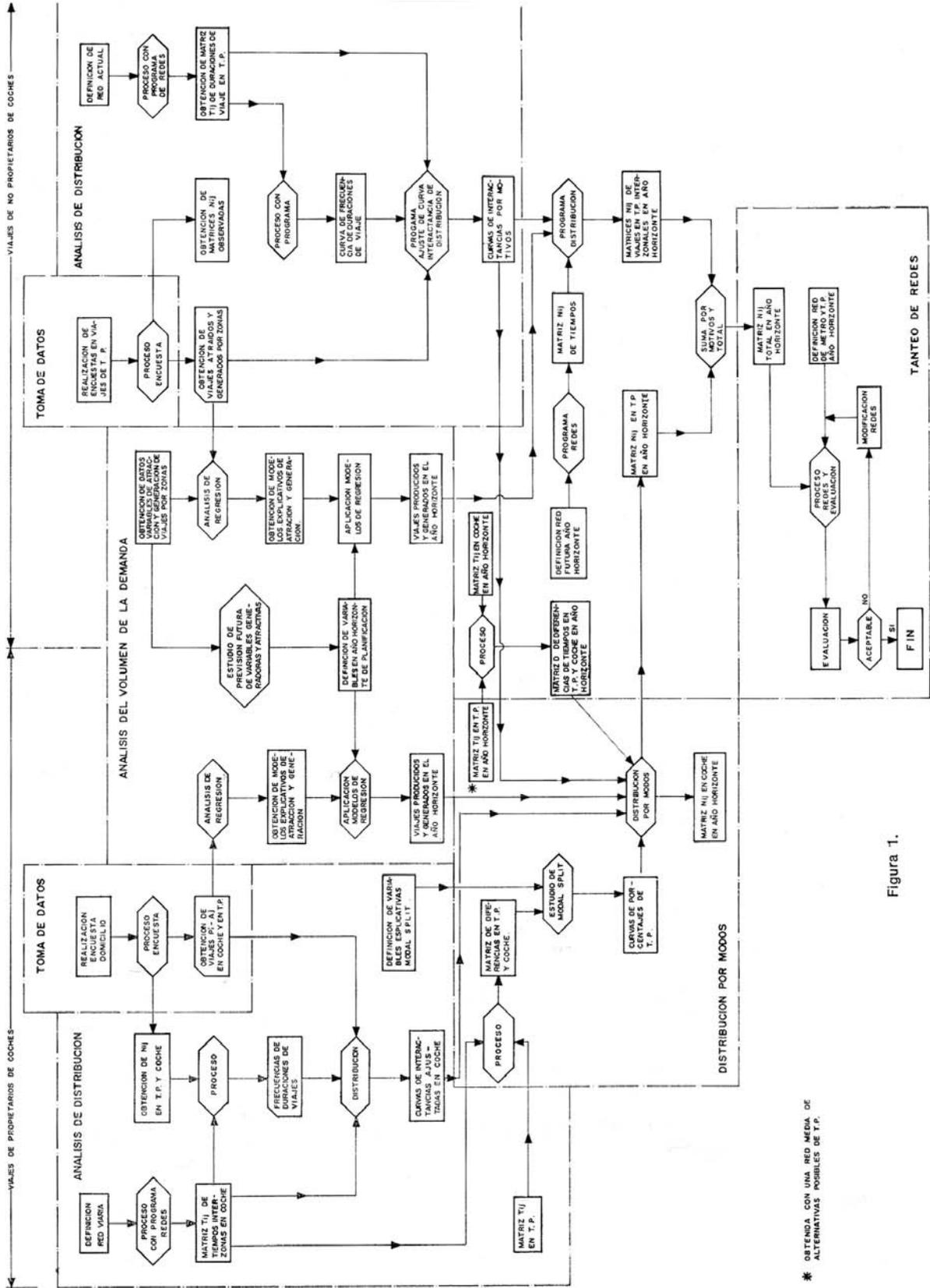


Figura 1.

\* OBTENIDA CON UNA RED MEDIA DE ALTERNATIVAS POSIBLES DE T.P.

El área física del estudio se ha dividido en las zonas siguientes: 176 correspondientes al municipio de Sevilla, obtenidas mediante agregación de zonas censales; 27 correspondientes a los municipios incluidos en el alfoz, de acuerdo con el Plan Comarcal de Ordenación Urbana; por último, se han considerado tres zonas de cierre: resto de la provincia, resto de España y extranjero.

En la fase de toma directa de datos se han realizado las encuestas siguientes:

- Encuesta a usuarios de transporte público urbano e interurbano. Después de un conteo de viajeros por parada, que sirvió de base para el diseño de la muestra y su expansión posterior, se realizaron 170.000 entrevistas, obteniéndose información sobre origen y destino de los viajes, hora, motivo y niveles de motorización de los usuarios.
- Encuesta a los miembros de 2.000 familias en la que se recogía análoga información a la de la encuesta de usuarios.

El procesamiento de los datos obtenidos en la encuesta permite conocer el total de viajes generados y atraídos por cada zona.

### 3.2. *Análisis del volumen de la demanda y definición de la misma en función de variables explicativas.*

Aplicando el análisis de regresión múltiple a los viajes generados y atraídos, y adoptando la hipótesis de que éstos dependen de las características socioeconómicas de cada zona (población total, población activa, puestos de empleo, tasa de motorización, etc.), se obtiene un modelo final que explica satisfactoriamente la generación y atracción de viajes.

Los modelos utilizados para la atracción tenían la forma general:

$$y - \bar{y} = a_1 (x - \bar{x}_1) + a_2 (x - \bar{x}_2) + \dots + a_n (x_n - \bar{x}_n)$$

siendo  $y$  la variable a explicar (viajes atraídos por zonas para cada motivo),  $x_i$  las variables explicativas para cada modelo e  $\bar{y}$ ,  $\bar{x}_1$ , ...,  $\bar{x}_n$  los valores medios observados en cada variable.

Las variables explicativas del modelo final, obtenidas para cada motivo, fueron:

#### *Viajes basados en el domicilio:*

- Motivo trabajo: Puestos de empleo totales y puestos de empleo en comercio y servicios.
- Motivo estudios y otros: Población y puestos de empleo totales.
- Motivo compras: Población y puestos de empleo en comercio y servicios.

#### *Viajes no basados en el domicilio: Población y puestos de empleo en comercio y servicios.*

Los modelos utilizados para la generación de viajes tenían la forma general siguiente:

Viajes basados en el domicilio:

$$e^y = a x^b; \quad y = \ln a + b \ln x$$

Viajes no basados en el domicilio:

$$y = a x + b$$

siendo  $x$  el índice de motorización e  $y$  el número de viajes generados por persona para cada motivo.

### 3.3. Distribución zonal de la demanda.

Para analizar la distribución zonal de la demanda se utilizó un modelo gravitacional, con función de interactancia ajustada para cada motivo, suponiendo para cada modo de transporte que el total de viajes generados por la zona  $i$  se reparte, en el resto de las zonas, proporcionalmente a un índice de atracción de cada una de ellas. Este índice se obtiene mediante el producto del índice absoluto de atracción  $A_j$  (ya definido por los modelos expuestos en el apartado anterior) y otro índice  $F_{ij}$  que expresa la atracción relativa de la zona  $i$  a la zona  $j$ . Es decir:

$$N_{ij} = G_i \frac{A_j \cdot F_{ij}}{\sum_j F_{ij} \cdot A_j}$$

en donde  $N_{ij}$  son los viajes generados por la zona  $i$  y atraídos por la zona  $j$ ;  $G_i$  los viajes generados en la zona  $i$ ;  $A_j$  los viajes atraídos por la zona  $j$ , y  $F_{ij} = f(t_{ij})$  el coeficiente que atribuye la función  $f$  a la duración del viaje entre  $i$  y  $j$ .

Los coeficientes  $F_{ij} = f(t_{ij})$  se obtienen mediante un proceso iterativo, definiendo *a priori* una curva  $f(t_{ij})$  y comparando las frecuencias de duraciones de viajes con la curva de frecuencias observadas hasta conseguir un ajuste aceptable.

La forma general de la curva ajustada es la siguiente:

$$f(t) = \sum_{i=1}^4 a_i (\log t)^i$$

Las figuras 2 y 3 corresponden a curvas  $f$  para transporte público y viajes en coche. En la figura 4 pueden observarse unos ejemplos de ajuste a las curvas de frecuencia.

Las matrices de viajes origen-destino en transporte público y privado, asignadas a la red correspondiente, se han comparado con los datos del conteo de usuarios y con los aforos de tráfico realizados en 16 puntos del anillo de circunvalación de la ciudad.

Para el caso de propietarios de coche, se completó el análisis con el estudio de la distribución de la demanda por medios de transporte. A partir de los datos obtenidos en la encuesta domiciliaria, se estudia la relación porcentual de viajes en transporte público sobre el total, ajustando una serie de curvas que definan esta relación en función de determinadas variables explicativas. Las variables utilizadas han sido:

FUNCIONES "F"  
VIAJES EN T.P. FUNCION CODIGO O

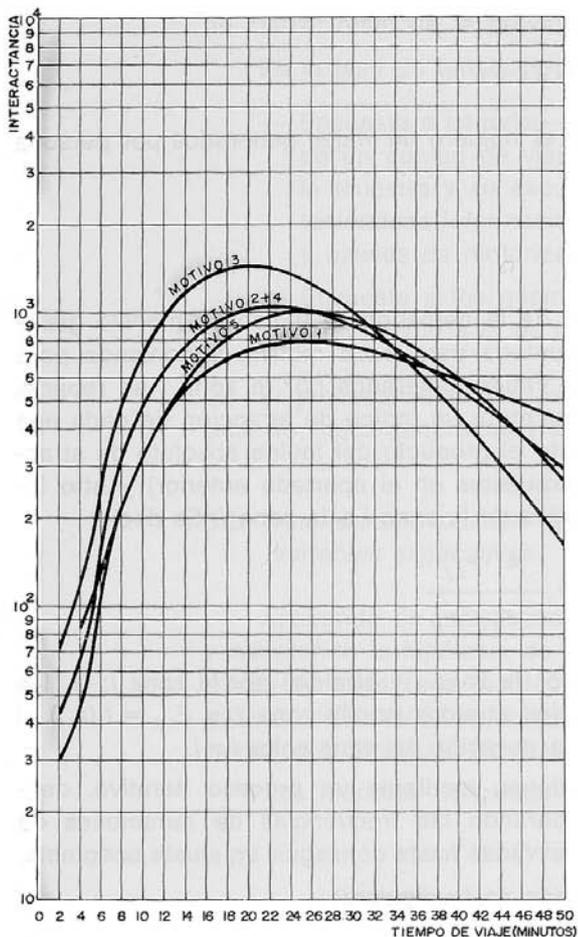


Figura 2.

FUNCIONES "F"  
VIAJES EN COCHE

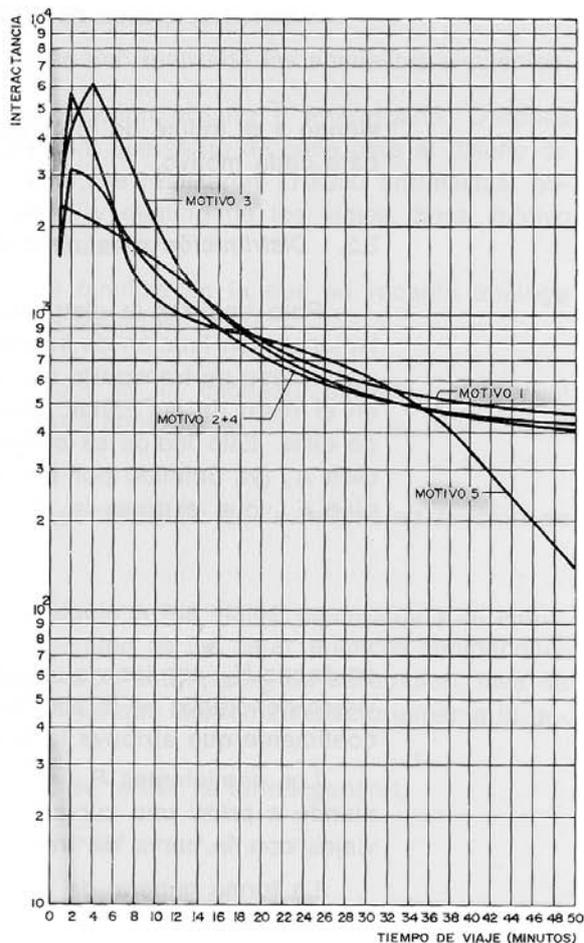


Figura 3.

- Las diferencias de tiempos de viaje en coche y en transporte público.
- Duración del viaje en coche.
- Destino del viaje, distinguiendo entre zonas del centro y la periferia.

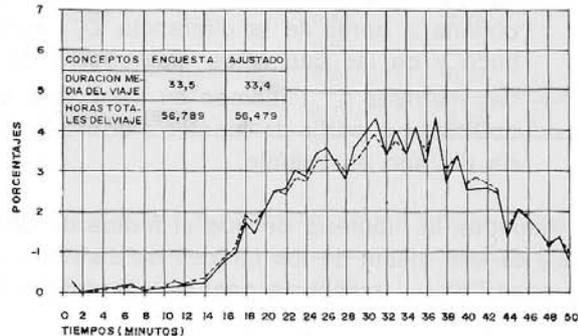
3.4. *Prognosis de la demanda y su distribución para los años horizonte.*

Los parámetros obtenidos en la fase de análisis del volumen de la demanda se ha estimado que permanecen a lo largo del tiempo. Por lo tanto, mediante extrapolación de las variables explicativas consideradas (apartado 3.2) se han obtenido, para los años 1975, 1985 y 2000, los viajes generados ( $G_i$ ) y atraídos ( $A_i$ ) correspondientes a cada zona.

AJUSTE A LAS CURVAS DE FRECUENCIAS DE DURACIONES DE VIAJE EN T.P.FUNCION CODIGO 0

MOTIVO 1.

— SEGUN LA ENCUESTA  
 --- AJUSTE CON LA CURVA DE INTERACTANCIA



AJUSTE A LAS CURVAS DE DURACIONES DE VIAJE EN COCHE

MOTIVO 1.

— SEGUN LA ENCUESTA  
 --- AJUSTE CON LA CURVA DE INTERACTANCIA

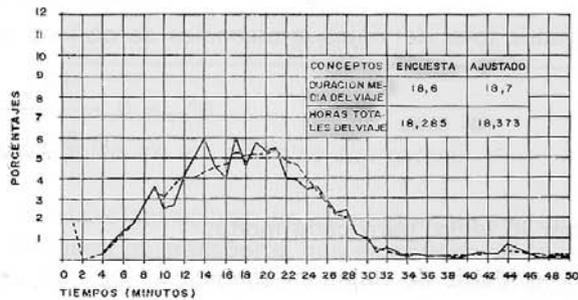


Figura 4.

Para realizar la distribución, por motivos de la demanda, se han considerado, separadamente, los propietarios de coche y los no propietarios.

En el caso de los no propietarios, se ha supuesto que deberían utilizar el transporte público, obteniéndose la matriz origen-destino a partir de los viajes generados y atraídos y las curvas de interactancia para cada motivo. Una vez definida una hipótesis de red de transporte público, completada la red actual con la alternativa a evaluar, se ha calculado una matriz de tiempos  $t_{ij}$  entre zonas y seguidamente los viajes generados por la zona  $i$  y atraídos por la zona  $j$  utilizando la fórmula que figura en el apartado 3.3, es decir:

$$N^{NP}_{ij} = G_i \frac{A_j \cdot F_{ij}}{\sum F_{ij} \cdot A_j}$$

En el caso de los propietarios, que tienen la posibilidad de elegir entre el coche y el transporte público, se sigue el proceso que se detalla a continuación:

Se han tomado como base los datos siguientes:

- Los viajes generados y atraídos de los propietarios de coche, por zonas.
- Las curvas de interactancia  $f(t_{ij})$ .
- La matriz  $S_{ij}$ , cuyos elementos corresponden al reparto en tanto por uno de los viajes en transporte público entre cada par de zonas (esta matriz se obtiene a partir de la diferencia  $D_{ij}$  de tiempos de viaje en transporte público y de las curvas de distribución de viajes por modos de transporte).
- Las matrices  $t^{TP}_{ij}$  (tiempo en transporte público) y  $t^C_{ij}$  (tiempo en coche) obtenidas a partir de hipótesis sobre la red de transporte público y red viaria del año en estudio.

Admitida la hipótesis de que el índice de distribución  $ID_{ij}$  para la zona  $i$  y la zona  $j$  es una media de los índices de distribución para cada modo en particular ( $1I_{ij}$  coche y  $2I_{ij}$  transporte público) ponderada con  $S_{ij}$  y  $(1 - S_{ij})$ , es decir:

$$K^I_{ij} = \frac{A_{j, \kappa} F_{ij}}{\sum_{j=1}^n A_{j, \kappa} F_{ij}} \text{ y } ID_{ij} = (1 - S_{ij}) \cdot 1I_{ij} + S_{ij} \cdot 2I_{ij}$$

la matriz total de viajes interzonales se obtiene a partir de:

$$NP_{ij} = G_i \frac{ID_{ij}}{\sum_1^n ID_{ij}}$$

y, por lo tanto, para cada modo:

- Matriz de viajes en coche:

$$1NP_{ij} = (1 - S_{ij}) N_{ij}$$

- Matriz de viajes en transporte público:

$$2NP_{ij} = S_{ij} N_{ij}$$

siendo la matriz total de viajes en transporte público la suma de las matrices de viajes para no propietarios ( $1NP_{ij}$ ) y para propietarios ( $2NP_{ij}$ ).

Con esta metodología se llegó a los siguientes resultados globales:

NUMERO DE VIAJES ACTUALES Y EN LOS AÑOS HORIZONTE (DURANTE UN DIA MEDIO)

Viajes en	1970	1975	1985	2000
1. Transporte público				
1.1. Personas sin vehículo .....	222.086	211.147	126.946	77.477
1.2. Personas con vehículo .....	71.916	114.793	245.030	392.623
Total 1 .....	294.002	325.940	371.976	470.100
2. Vehículo privado .....	133.672	261.858	491.435	756.705
3. Transporte público y vehículo privado .....	427.674	587.798	863.411	1.226.805

## DISTRIBUCION DE LOS VIAJES/DIA, SEGUN EL MEDIO DE TRANSPORTE

Viajes en	1970	1975	1985	2000
1. Transporte público				
1.1. Personas sin vehículo .....	0,40	0,34	0,17	0,07
1.2. Personas con vehículo .....	0,13	0,18	0,33	0,39
<i>Total 1</i> .....	0,53	0,52	0,50	0,47
2. Vehículo privado .....	0,24	0,43	0,66	0,75
3. Transporte público y vehículo privado .....	0,77	0,95	1,16	1,22

## EVOLUCION DEL NUMERO DE VIAJES POR MOTIVOS

Motivos	1970	1975	1985	2000
1. Viajes basados en el domicilio .....	377.628	502.045	725.047	1.029.047
1.1. Trabajo .....	183.518	240.107	327.026	453.612
1.2. Estudios y otros .....	155.744	205.392	296.289	416.544
1.3. Compras .....	38.366	56.546	101.732	158.891
3. Viajes no basados en el domicilio .....	50.046	85.753	138.364	197.758
<i>Total</i> .....	427.674	587.798	863.411	1.226.805

## 3.5. Definición y evaluación de las distintas alternativas.

El objetivo de esta fase del estudio es determinar la red que sirva, en condiciones óptimas, la demanda de transporte que se obtiene de la matriz  $N^{TP}_{ij}$  de viajes en transporte público, de acuerdo con un criterio de evaluación dado.

El método generalmente empleado consiste en definir, inicialmente, una red de transporte público, realizar una asignación y, después de analizar los resultados obtenidos, decidir un conjunto de modificaciones que mejoren su comportamiento. A continuación, realizar una nueva asignación y un nuevo análisis, y así sucesivamente hasta lograr una red que se considere satisfactoria.

Este método presenta como principal inconveniente la necesidad de utilizar criterios subjetivos para la definición del primer trazado y de las modificaciones que después se introduzcan.

Con objeto de obviar este problema, se introduce en el proceso un escalón de análisis matemático previo que defina, aunque solamente sea de modo aproximado, la red *cuasi-óptima* que satisfaga a una determinada demanda.

El método que se ha utilizado en el estudio comprende dos fases: en la primera de ellas se consideró que la línea I debería atender la demanda de transporte existente en la actualidad. Por lo tanto, en el proceso inicial de selección y evaluación se utilizó la matriz de viajes obtenida a través de los datos de la encuesta. En la segunda fase el objetivo fue la definición de una red que, incluyendo la línea I de la primera fase, sirviese adecuadamente a la demanda de transporte prevista para el año 2000.

El escalón matemático que modifica el proceso clásico se desarrolla mediante

el programa GREYS, especialmente concebido para este estudio, el cual genera una red en forma de grafo que sirve óptimamente, de acuerdo con unos criterios prefijados, una matriz de demanda de transporte  $N_{ij}$  entre estaciones de la red estudiada.

Para ello se definen un conjunto de estaciones cuya construcción es viable y un conjunto de interconexiones entre ellas, aceptables en cuanto a longitud y posibilidad de construcción. A partir de ahí, el problema que se plantea es definir un subgrafo parcial que sirva óptimamente la demanda  $N_{ij}$ . Dicho subgrafo se determina en un proceso que alcanza un óptimo siguiendo las etapas siguientes:

1.º Definición del grafo inicial. Para cada arco se define el coste de construcción, la longitud y el tiempo de recorrido.

2.º A partir de la matriz origen-destino entre estaciones, se realiza una asignación "todo o nada" al grafo inicial, obteniéndose el número de viajeros por arco.

3.º A partir de la asignación, se define, para cada arco, un índice de calidad (CV), como cociente entre el número de viajes por arco y la anualidad del coste de construcción.

4.º Mediante el algoritmo de Kruskal se obtiene el árbol, subconjunto del grafo total, que pasa por todas las estaciones, siendo mínimo  $\sum CV$ .

A partir de dicho árbol mínimo, el proceso se completa con las fases de inclusión de arcos, de forma que se generen ciclos, beneficiando el coste total con el ahorro de tiempo de viaje y de supresión de aquellos arcos para los que, a causa del escaso número de viajeros que transportan, resulta interesante aceptar la penalización por inasistencia, para lo cual se introduce como dato la matriz de tiempos de viaje en transporte público sin Metro.

A partir del subgrafo obtenido con el programa GREYS, se han definido siete alternativas de la línea I y cuatro alternativas de red que incluyen todas ellas la línea I ya elegida.

El proceso de selección y evaluación final de las alternativas estudiadas se realizó mediante los programas REDES y ASIGNACION.

El programa REDES, a partir de una red definida a través de los arcos que la forman (nudo origen, nudo final y tiempo de recorrido), construye, desde cada centroide, el árbol de caminos mínimos a los demás centroides. (Se define como centroide al centro de gravedad de la población que reside en cada zona.)

El programa ASIGNACION, utilizando la matriz de árboles mínimos obtenida mediante el programa anterior y la matriz origen-destino, obtiene la asignación de viajes a cada arco.

El procedimiento de asignación empleado es el de "todo o nada", con una corrección aleatoria en los tiempos de recorrido de los arcos de la forma siguiente:

Se supone que el tiempo de recorrido de un arco es aleatorio, con valor medio  $\mu$ , dado, y una distribución normal alrededor del mismo, con una desviación típica  $\sigma = 0,18 \mu$ . Cada vez que se elige un camino mínimo desde un centroide, se sortea el tiempo de recorrido de cada arco, con lo que se suaviza la rigidez del método "todo o nada", representando este procedimiento el hecho de que un viajero, al elegir el camino mínimo, escoge éste como un criterio subjetivo, que se re-

fleja representando el tiempo de recorrido de un arco como un valor aleatorio próximo a un valor medio prefijado.

Como criterio de selección de alternativas se adoptó el de mínimo coste social generalizado, que se define como la suma de las anualidades de los costes de construcción y explotación de cada alternativa y el coste de tiempo empleado en los viajes por los usuarios de la red de transporte público. Es decir:

$$C_s = A C_c + A C_e + C_{t.v}$$

donde  $C_s$  es el coste social generalizado,  $A c_c$  la anualidad del coste de construcción,  $A C_e$  la anualidad del coste de explotación y  $C_{t.v}$  el coste anual del tiempo empleado en el viaje, obtenido mediante el producto del número de horas viajando ( $H_v$ ), el coste de la hora (48 pesetas en el año 1975) y un número de días medios al año (trescientos catorce).

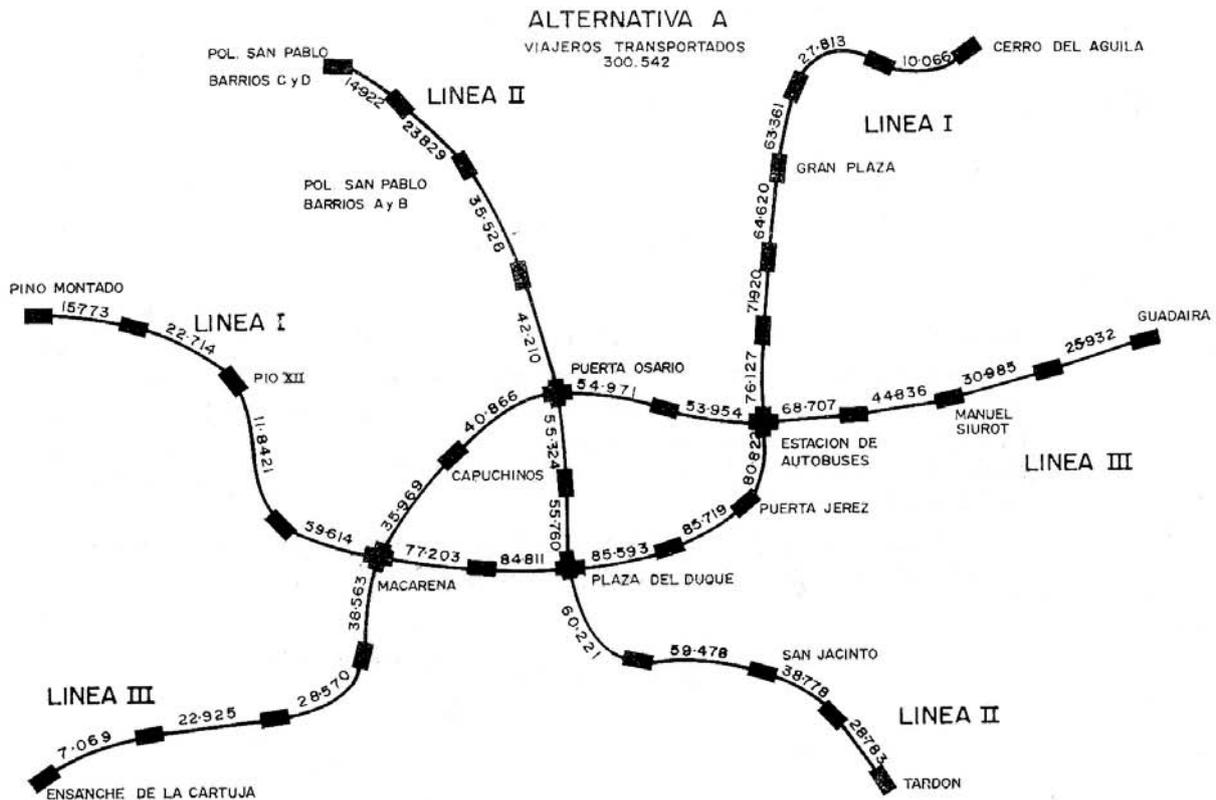


Figura 5.

La red óptima seleccionada para el año 2000, obtenida como resultado de este proceso, puede observarse en la figura 5.

### 3.6. Determinación de los años óptimos para la realización de las inversiones.

Una vez seleccionada la red óptima para el año 2000, compuesta de tres líneas, se ha completado el análisis estudiando el orden de prioridad de construcción de las líneas II y III y el año óptimo de entrada en servicio de cada línea.

Se ha tenido en cuenta, en esta fase del estudio, que cada alternativa comporta realizar una inversión y produce una corriente de beneficios que se definen como el ahorro de costes de funcionamiento del sistema obtenidos con la inversión realizada, es decir, la suma de los costes de explotación de la red de autobuses y del ferrocarril metropolitano y los costes del tiempo viajando.

Para la determinación del año óptimo se utilizó, en principio, un criterio básico de decisión en virtud del cual se adopta la hipótesis según la cual: siendo  $j$  el año de entrada en servicio, sería conveniente retrasar un año la inversión si los beneficios actualizados perdidos en dicho año,  $b_j$ , son inferiores a los beneficios actualizados que se obtienen al retrasarla, correspondientes al año  $N + j$ , siendo  $N$  el período de vida útil del proyecto.

Con este criterio se estimaría que conviene retrasar la inversión cuando:

$$b_j > \frac{b_{N+j}}{(1+i)^N} + iI$$

y adelantarla en el caso de que:

$$b_j < \frac{b_{N+j}}{(1+i)^N} + iI$$

siendo  $i$  el 8 por 100 (tasa de actualización) e  $I$  la inversión prevista.

Una vez determinado el año óptimo en virtud de este método, se calculó la tasa de rentabilidad interna, con objeto de comprobar si esta tasa era o no superior a la mínima admitida para las inversiones en obras públicas. De éste modo conviene adelantar o retrasar la inversión hasta alcanzar dicha tasa límite, que fue fijada en un 10 por 100.

En definitiva, adoptando este último criterio, se determinó que el año óptimo de entrada en servicio, para la línea I, era el de 1978.

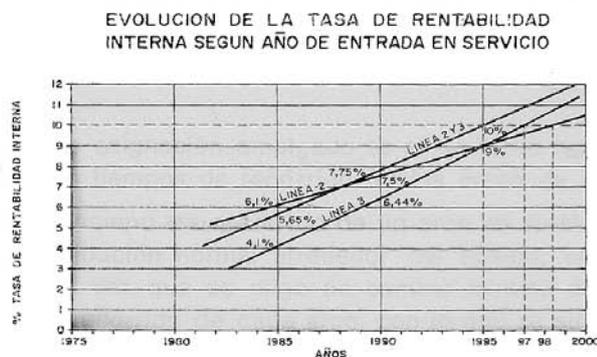


Figura 6.

La prioridad de las líneas II y III se ha estudiado realizando un análisis comparativo de la evolución de los beneficios sociales, considerando ya construida la línea I.

Del análisis realizado se obtiene que, debido al "efecto red", es conveniente construir simultáneamente las líneas II y III. Una vez estudiada esta hipótesis, se pone de manifiesto la complementariedad de la red y se obtiene como fecha óptima para la puesta en servicio del resto de las líneas el año 1995.

En el gráfico de la figura 6 puede observarse la evolución de la tasa de rentabilidad interna, según el año de entrada en servicio y las distintas hipótesis de prioridad.

### 3.7. Conclusión.

La red óptima prevista consta de tres líneas, con una longitud de 27,1 Km y 39 estaciones, siendo la inversión total de 10.725,3 millones de pesetas.

La línea I, con el trazado Cerro del Aguila-Estación de Cádiz-Plaza del Duque-barrio de la Macarena-Pío XII, tendrá una longitud de 9,15 Km y 14 estaciones y supondrá una inversión de 3.899,6 millones de pesetas. El año previsto para la entrada en servicio es el de 1978, con un volumen de viajeros transportados en dicho año de 113.400 viajeros por día.

El resto de la red debería entrar en servicio en 1995, siendo la inversión de 6.825,7 millones de pesetas. Esta inversión incluye la ampliación de la línea I hasta Pino Montano, con una longitud de 1,306 Km y dos nuevas estaciones, la construcción de la línea II (polígono de San Pablo-Recaredo-Plaza del Duque-Tardón, con 11 estaciones y 7,194 Km) y de la línea III (Heliópolis-Estación de Cádiz-Recaredo-Ensanche de la Cartuja, con 12 estaciones y 9,460 Km de longitud).

La red dispondrá de las siguientes estaciones de correspondencia:

- Estación de Cádiz (líneas I y III).
- Plaza del Duque (líneas I y II).
- Recaredo (líneas II y III).
- Barrio de la Macarena (líneas I y III).

Se prevé que en el año 2000 el número de viajeros por día transportados será del orden de 300.000, lo que equivaldría al 60 por 100 del total de viajes en transporte público.



“La red arterial ferroviaria de Sevilla”

Carlos Funes Palacios

*Revista de Obras Públicas* vol. 139, nº 3.312,  
julio de 1992, pp. 59-62



# LA RED ARTERIAL FERROVIARIA DE SEVILLA

Por Carlos Funes Palacios  
Doctor Ingeniero de Caminos

**L**as obras de la Red Arterial Ferroviaria (RAF) de Sevilla, representan la primera, y única gran actuación en el sistema ferroviario de la ciudad, desde su implantación a mediados del pasado siglo.

Al hablar de la RAF, se suele interpretar como tal, las actuaciones llevadas a cabo en los últimos cinco años, en virtud de un Convenio firmado por Ministerio, Junta de Andalucía, Ayuntamiento de Sevilla y Renfe, el 17 de enero de 1987, en el que se valoraban las actuaciones en 18.000 millones de pesetas, y que mediante la firma, el 20 de junio de 1990, de un convenio adicional por los mismos organismos, fue ampliado a 28.000 millones de pesetas, lo que ha permitido la realización total de las obras previstas, con lo que ahora nos encontramos en una situación definitiva, destinada a funcionar así durante muchas décadas, aunque quizá no llegue a tantas, como duró la situación anterior.

No obstante, la realidad es que la actual RAF, fue diseñada y puesta en marcha en la década de los 50 y básicamente en el Plan General de Ordenación Urbana de Sevilla de 1964, en el que se incluye, o se plantea al menos en sus líneas maestras, la actual RAF, aunque lógicamente en estas tres décadas, en que se ha ido gestando y desarrollando, ha sufrido múltiples variaciones, fundamentalmente en los años ochenta, debido a los imperativos de la Expo'92, que no sólo ha impuesto variaciones a los proyectos anteriores, sino que ha sido la que ha propiciado su rápida y espectacular terminación.

Así si hacemos un poco de historia nos encontramos en los años 1859 y 1860, con la implantación de dos líneas independientes, de dos compañías distintas, que son la de Sevilla-Córdoba de M.Z.A. y la de Sevilla-Jerez de Andaluces, que establecen sus respectivas estaciones, en zonas extramuros y, en puntos diametralmente opues-

**La red existente se encontraba ya configurada en 1861, y es la misma que figura en el mapa del Instituto Geográfico en 1918.**

tos de la ciudad. La primera de unión con Córdoba, en la Plaza de Armas, a orillas del río, y que posteriormente prolongó sus vías hacia el puerto fluvial y a Huelva; y la segunda, la línea de Jerez, en las inmediaciones del barrio de San Bernardo, a la que posteriormente se unió la línea de Alcalá de Guadaíra.

Esta anómala situación no podía perdurar, y de hecho a los 17 meses de tal funcionamiento, se produjo, impuesto por la Administración, el lógico enlace entre ambas líneas, que se realizó, prolongando la de Jerez, hasta la estación de San Jerónimo de la línea de Córdoba, donde con el tiempo se organizaría un importante centro de tratamiento técnico.

Así pues, en el año 1861 se encontraba configurada la red ferroviaria de Sevilla ya descrita, que sigue siendo la misma que figura en el mapa del Instituto Geográfico, de 1918 que se adjunta, y que salvo la construcción de los nuevos edificios de ambas estaciones, en los primeros años de este siglo, ha estado funcionando sin modificaciones notables, hasta mediados los años 60, es decir, prácticamente un siglo.

Hecha esta breve panorámica histórica y volviendo a la realización de la actual RAF, vemos como a partir de los años cincuenta, se empiezan a realizar obras levantando en la red ferroviaria, todas con el mismo objetivo, de ir alejando o levantando los corredores ferroviarios del centro de la ciudad, que en su crecimiento no ha sabido, o no ha podido, integrarlos en su trama urbana, o al menos salvarlos de forma que no quedarán siendo una especie de obstáculo insalvable, como se integra, por ejemplo, un río.

Así, en esta época de mediado el siglo XX, al realizar el desvío del río por Las Erillas y el consecuente taponamiento de Chapina, se aprovecha éste para llevar un ramal ferroviario a la margen derecha del puerto, lo que permite levantar el que discurría por la margen izquierda, y como conse-

La comparación de los dos planos, 1992 y 1918, da una buena idea del trabajo realizado.



SEVILLA'92



## SEVILLA '92

**No serán necesarias nuevas actuaciones importantes durante un plazo considerablemente largo, aunque, sin duda, este será inferior al siglo en la que se mantuvo la situación inicial.**

cuencia, la posterior construcción del Paseo Marqués de Contadero, aledaño al Paseo Colón, lo que facilitó la integración del río a la ciudad, en un importante tramo.

Con posterioridad, se empieza a construir el Centro de Tratamiento Técnico (CTT) de San Pablo, en el ramal interior, al norte de la prevista estación, a la que servirá de apoyo, y del que se inaugura el primer depósito en 1957. En los años 70 se construye el ramal exterior, que canaliza el paso de las mercancías por fuera de Sevilla, lo que permitirá la utilización del ramal interior, y la ya prevista estación de Santa Justa exclusivamente para servicio de viajeros. En el ramal exterior, se construye, naturalmente una estación de mercancías, la de La Negrilla, que ha sido ampliada últimamente, y a ella se entronca el ramal de Alcalá de Guadaíra, levantando el tramo urbano de éste.

A su vez, la mitad norte del ramal interior de enlace entre ambas líneas, que había sido ya rebasado por el crecimiento de la ciudad, se desvía hasta unir al ramal exterior, levantándose el primitivo de unión a San Jerónimo, pues ya el enlace se realiza en Majarabique, unos 2 Kms. más al norte.

En esta situación llegamos al año 1987, en el que se acomete la terminación definitiva de la RAF, para lo que se plantean las siguientes obras:

- Nueva estación de viajeros de Sta. Justa.
- Tramo Sta. Justa-La Salud, consistente en soterrar una parte importante del ramal interior.
- Estación de clasificación de Mercancías, de Majarabique, y depósitos comerciales.
- Ampliación de la Estación de La Negrilla.
- Ramal norte a Huelva.
- Nuevos accesos a la margen derecha del Puerto.
- Las correspondientes instalaciones de seguridad y señalización de las obras citadas.
- Los levantes de las instalaciones sustituidas.

Con lo que queda definitivamente conformada la RAF de Sevilla, según se detalla en *el mapa del Servicio Geográfico del Ejército, de 1977*, que se adjunta, y que fundamentalmente ha supuesto las siguientes mejoras funcionales:

— Se han independizado totalmente los servicios de viajeros y de mercancías, tanto por disponer de estaciones específicas para unos y otros, como incluso por disponer de corredores especializados, lo que ha supuesto liberar espacios urbanos de gran valor, que estaban dedicados a mercancías, (con la consiguiente degradación del entorno, y problemas del tráfico pesado en pleno centro urbano).

■ Se ha sustituido el sistema de dos estaciones de viajeros, a utilizar según la procedencia o destino de los tráficos, por una estación única que centraliza todas las salidas y llegadas de trenes, con mayor capacidad que el conjunto de los dos existentes. Además se han construido dos apea-

deros en el ramal que atraviesa la ciudad, para viajeros de cercanías y regionales. Frente a estas ventajas, hay un inconveniente, en mi opinión, que es la supresión del servicio en la estación de Plaza de Armas, que disfruta de una privilegiada situación, sobre todo para servicios de cercanías, y que hubiera sido el acceso ideal para la Expo'92. Naturalmente el mantenimiento de esta estación y su corredor de acceso, hubiera requerido una remodelación total del mismo, limitándolo a una doble vía, convenientemente ubicada, aprovechando el escalonamiento existente entre la actual calle Torneo, y los paseos más bajos construidos a lo largo de la ribera, con lo que no hubiera interceptado en absoluto el uso lúdico de estos paseos, ni su acceso.

■ Se han mejorado sustancialmente las estaciones de mercancías, racionalizando su explotación, pues todavía seguían funcionando las dos estaciones, Pza. de Armas y San Bernardo, como mixtas de viajeros y mercancías, aunque con poco movimiento de mercancías.

■ Todas las instalaciones, tanto infraestructuras, como edificios, señalización, instalaciones de seguridad, etc. han quedado totalmente renovadas, con la más moderna tecnología.

En definitiva, comparando los dos planos, se puede apreciar como el crecimiento enorme de la ciudad entre ambos, ha traído como consecuencia una enorme apertura de la Y que forman las líneas de Cádiz y Huelva, dejando en su interior, sólo el ramal específico de viajeros, que en buena parte se encuentra soterrado, desapareciendo prácticamente todas las vías en el ámbito urbano, que era el objetivo urbanístico perseguido por el Ayuntamiento, al tiempo que se ha racionalizado la explotación ferroviaria, segundo gran objetivo de toda esta actuación. Con ello se puede considerar, como definitiva situación alcanzada, entendiéndolo como tal lógicamente, que no serán necesarias nuevas actuaciones importantes, durante un plazo considerablemente largo, aunque sin duda, éste será inferior al siglo que se mantuvo la situación inicial.

Por último es necesario citar, la construcción de la nueva línea AVE, que aunque es ajena a la RAF, por la incompatibilidad de anchos de vías, en cambio sí que utiliza la nueva estación de viajeros, y de forma desproporcionada, ya que de las doce vías de que dispone, seis están dedicadas al AVE, y lamentablemente utilizadas de depósito de locomotoras y ramas, mientras las seis que han quedado para la red de vía ancha, se encuentran considerablemente saturadas. Es de esperar que esta ilógica situación se resuelva cuanto antes.

Es obvio que en estas líneas, se echa en falta una descripción o análisis técnico, más o menos detallado, de las distintas obras que conforman la RAF; pero intencionadamente he renunciado a ello por dos razones: en primer lugar, por la falta de espacio para poder hacerlo, por muy someros que fueran y en segundo lugar, porque los mismos han sido ya suficientemente divulgados en todo tipo de publicaciones, por lo que considero que con ello no aportaría nada nuevo. ■

“Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías”

Andrés López Pita

*Revista de Obras Públicas* vol. 147, nº 3.403,  
noviembre de 2000, pp. 57-70



# Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías

[ Approximation to the compatibility between High Speed passenger trains and traditional freight trains ]

Andrés López Pita

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos/Prof. Dr. Eng.

*Catedrático de Ferrocarriles. Universidad Politécnica de Cataluña/University Polytechnic of Catalonia*

## RESUMEN

En el presente artículo se analiza la experiencia adquirida hasta la fecha en la explotación de líneas de alta velocidad, con o sin tráfico mixto. También se evalúan los esfuerzos verticales que ejercen los vehículos preparados para circular por las líneas de alta velocidad: trenes especializados y convencionales (formados por locomotoras y coches) para transporte de viajeros, además de los modernos vagones de mercancías. Finalmente, se incluyen los criterios que se utilizan en la actualidad para evaluar el deterioro de la infraestructura y la superestructura de la vía, en función de las principales variables que caracterizan el tráfico de una línea determinada.

## ABSTRACT

The object of this paper is to analyze the experience to date of the operation of the high speed lines both with and without mixed traffic. This paper includes also the evaluation of the vertical stresses exerted by the vehicles capable of using the high speed lines: specialized passenger trains together with conventional passenger trains composed of locomotives and carriages, with the addition of modern freight wagons. Finally, this paper include the currently available criteria in order to evaluate the deterioration of the infrastructure and superstructure of the track as a function of the main variables that characterize the traffic of a particular line.

### 1. TIPOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN DE LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD

En la actualidad, se explotan en Europa más de 2.500 km de vía en líneas de alta velocidad de reciente construcción. En el cuadro 1 se observa que las líneas existentes tienen muy diversa antigüedad, a contar desde el momento de su inauguración hasta finales de 1999.

### 1. THE TYPOLOGY OF THE SYSTEMS FOR OPERATING HIGH SPEED LINES

At present more than 2,500 km of newly constructed high speed line are under commercial operation in Europe. As shows in chart 1, the operating period from the moment of opening to the end of 1999 is very variable.

Se admiten comentarios a este artículo, que deberán ser remitidos a la Redacción de la ROP antes del 30 de enero de 2001.

Recibido en ROP: junio de 2000

Andrés López Pita

**Cuadro 1/Chart 1**  
**ANTIGÜEDAD DE LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD EN EUROPA/**  
**THE AVAILABLE TEMPORARY EXPERIENCE FOR HIGH SPEED LINES IN EUROPE**

PAÍS/COUNTRY	LÍNEA/LINE	AÑO DE INICIO DEL SERVICIO /YEAR OF COMMENCEMENT OF SERVICE	PERÍODO DE TIEMPO TRANSCURRIDO HASTA 1999 /THE TEMPORARY PERIOD ELAPSED TO 1999
ALEMANIA/GERMANY	Hannover – Würzburg Mannheim – Stuttgart	1991 1991	8 años/years 8 años/years
ESPAÑA/SPAIN	Madrid – Sevilla/Seville	1992	7 años/years
FRANCIA/FRANCE	Paris – Lyon TGV – Atlántico/Atlantic TGV - Norte/North TGV – Rhône-Alpes/ Rhône-Alps TGV – Interconexión/Jonction	1981 / 83 1989 / 90 1993 1992 / 94 1994 / 96	18 / 16 años/years 10 / 9 años/years 6 años/years 7 / 5 años/years 5 / 3 años/years
ITALIA/ITALY	Direttissima	1977 / 84 / 92	22 / 15 / 7 años/years

Fuente: Elaboración propia/Source: Compiled by the author.

En realidad, toda la experiencia disponible es la adquirida en la explotación de la línea Paris-Lyon y del primer tramo de la Direttissima entre Roma Settebagni y Città della Pieve, en el que se alcanza una velocidad máxima de 250 km/h (desde que en 1988 entró en servicio el ETR 450, ya que hasta entonces se explotaba la línea con material rodante convencional, integrado por una locomotora y varios coches en el caso de los trenes de viajeros más rápidos, que circulaban a 200 km/h). En el resto de las líneas esta experiencia ha de considerarse parcial, aunque tal vez suficiente para realizar una primera evaluación del comportamiento de las nuevas infraestructuras en trayectos de alta velocidad.

Antes de analizar la experiencia adquirida, consideramos interesante señalar que, tradicionalmente, ha existido cierta confusión con respecto al concepto de tráfico mixto en sentido práctico. Por lo general, se entiende como la presencia simultánea de trenes de viajeros y trenes de mercancías en una misma línea. En nuestra opinión, es necesario definir este concepto de forma más precisa, ya que estos términos, viajeros y mercancías, no son suficientes por sí solos para clarificar la viabilidad técnica y económica de la explotación de una línea con tráfico mixto.

Por una parte, cabría imaginar ramas de alta velocidad adaptadas para el transporte de mercancías (como podría producirse algún día). En este caso, a efectos del comportamiento de la vía, el tipo de material rodante que circularía por ella y su velocidad sería único. En el extremo opuesto se encuentra la línea Madrid-Sevilla, por la que sólo circulan trenes

*In reality, all the experience comes from that derived from the operation of the Paris - Lyon line and the first stretch of the Direttissima between Rome Settebagni y Città della Pieve. The Italian line with a maximum speed of 250km/h (from 1988 with the entry into service of the ETR 450. Until this time the operation of the line was carried out with conventional rolling stock, comprising locomotive and coaches for the faster passenger trains, which traveled at 200km/h). For the rest of the lines (except the most recent) the experience can be considered as partial although perhaps sufficient to carry out a first evaluation of the behavior of the new infrastructures travelling at high speed.*

*Before analyzing the available experience, we think it interesting to point out that, traditionally, there has been confusion in relation to the concept of mixed traffic in the practical sense. It is generally identified as the simultaneous presence on a line of both passenger and freight trains. In our opinion it is necessary to define the most precise form of this said concept because both terms, passengers and freight, are not sufficient in themselves to clarify the technical - economic feasibility of the operation of a line with mixed traffic.*

*In effect, on the one hand it would be worth identifying the trains of the high speed lines adapted for the transport of freight (as might be produced some day). In this case, as an effect of the behavior of the track, the type of rolling stock travelling on it and its speed will be unique. At the opposite extreme there is the case of the Madrid - Seville line where only passenger trains use the line but where conventional*

**Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías**  
 [ Approximation to the compatibility between High Speed passenger trains and traditional freight trains ]

**Cuadro 2/Chart 2**  
**SISTEMAS ACTUALES DE EXPLOTACIÓN DE LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD/**  
**SYSTEMS OF OPERATION CURRENTLY ON HIGH SPEED LINES**

TIPOLOGÍA DEL TRÁFICO /TYPOLOGY OF	TIPOS DE COMPOSICIONES /NATURE OF THE TRAIN THE TRAFFIC	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS /TECHNICAL CHARACTERISTICS COMPOSITIONS	LÍNEAS/LINES
Exclusivamente transporte de viajeros /Exclusively for passengers	* Ramas especializadas para transporte de viajeros /Sets of trains Specialised for Passengers <b>(T<sub>1</sub>)</b>	$V_{m\acute{a}x} = 270/300$ km/h $P = 16/17$ T/eje/axle	<u>En servicio comercial/In commercial service</u> * París – Lyon (1) * TGV – Atlántico/Atlantique (1) * TGV – Norte e Interconexión /Nord and Jonction * TGV – Rhône-Alpes <u>Previstas en el corto plazo/</u> <u>Planned to be carried out in the short term</u> * Colonia – Frankfurt * Valence / Nimes / Marsella/Marseille
	* Ramas especializadas para transporte de viajeros /Sets of trains specialised for passengers * Trenes convencionales para transporte de viajeros: locomotora y coches /Conventional passenger trains: locomotive and coaches <b>(T<sub>2</sub>)</b>	$V_{m\acute{a}x} = 300$ km/h $P = 16/17$ T/eje/axle  $V_{m\acute{a}x} = 160/220$ km/h Locomotora/Locomotive: 20/22 T/eje/axle Coches/Coaches: 12 a 14 T/eje/axle	<u>En servicio comercial/In commercial service</u> Madrid – Sevilla/Seville  <u>Prevista/Planned</u> Madrid – Barcelona
Transporte de viajeros y mercancías /Passengers and freight	* Ramas especializadas para transporte de viajeros /Sets of trains specialised for passengers * Trenes convencionales para transporte de viajeros: locomotora y coches /Conventional passenger trains: locomotive and coaches * Trenes convencionales para transporte de mercancías: locomotora y vagones /Conventional freight trains: locomotive and wagons <b>(T<sub>3</sub>)</b>	$V_{m\acute{a}x} = 250/300$ km/h $P = 16/17$ T/eje/axle  $V_{m\acute{a}x} = 160/220$ km/h Locomotora/Locomotive: 20/22 T/eje/axle Coches/Coaches: 12 a 14 T/eje/axle  $V_{m\acute{a}x} = 100/160$ km/h Locomotora/Locomotive: 20/22 T/eje/axle Vagones/Wagons: 16 a 20 T/eje/axle	<u>En servicio comercial/In commercial service</u> * Hannover – Würzburg * Mannheim – Stuttgart * Roma – Florencia <u>Previstas en el corto plazo/</u> <u>Planned to be carried out in the short term</u> * Karlsruhe – Basilea * Hannover – Berlín * Florencia – Milán * Barcelona – Frontera francesa/French Border
	* Ramas especializadas para transporte de viajeros /Sets of trains specialised for passengers * Trenes convencionales para transporte de mercancías: locomotora y vagones /Conventional freight trains: locomotive and wagons <b>(T<sub>4</sub>)</b>	$V_{m\acute{a}x} = 250/300$ km/h $P = 16/17$ T/eje/axle  $V_{m\acute{a}x} = 160$ km/h Locomotora/Locomotive: 20/22 T/eje/axle Vagones/Wagons : 16 T/eje/axle	Algunos tramos de la línea París-Lyon y el TGV-Atlántico /Some sections of the Paris - Lyon and TGV – Atlantique  (desde octubre de 1997) /(since October 1997)

Fuente/Source: A López Pita (1998)

**Andrés López Pita**

de viajeros, pero no sólo las ramas especializadas para alta velocidad, sino también trenes convencionales formados por una locomotora y material rodante remolcado.

Creemos que el peso de la definición debe recaer más bien, por lo que respecta al tráfico mixto, sobre la tipología del material rodante que circula por la vía y sobre los esfuerzos que ejerce sobre ella, que repercutirán de forma directa sobre los costes de mantenimiento de su calidad geométrica. Desde este punto de vista, en el cuadro 2 se exponen los distintos sistemas de explotación que existen en la actualidad. La clasificación establecida no tiene una intencionalidad teórica, sino que está basada en las consecuencias prácticas que desde nuestra perspectiva tiene cada tipo de tráfico en lo que respecta al deterioro de la vía.

En el citado cuadro 2, se distinguen cuatro tipos de líneas en función del tráfico que soportan:

**Líneas T<sub>1</sub>, donde sólo se utilizan ramas especializadas para el transporte de viajeros.**

Es el caso de las líneas París-Lyon, TGV-Atlántico, TGV-Norte, Interconexión y TGV-Ródano-Alpes. También se dará este servicio en la línea Colonia-Frankfurt.

**Líneas T<sub>2</sub>, donde sólo circulan trenes de viajeros, pero tanto a través de ramas como de composiciones formadas por material rodante convencional (locomotora y coches).**

Es el caso de la línea Madrid-Sevilla, donde circulan conjuntamente trenes AVE y Talgo 200 con locomotora.

**Líneas T<sub>3</sub>, donde circulan al mismo tiempo ramas especializadas para el transporte de viajeros y material rodante convencional para el transporte de viajeros y mercancías.**

En este grupo se encuentra las nuevas líneas alemanas, Hannover-Würzburg y Mannheim-Stuttgart, así como la línea italiana entre Roma y Florencia. En breve, se incorporarán las líneas Hannover-Berlín y Karlsruhe-Basilea. A más largo plazo, la línea Milán-Florencia, y en distinto plazo, la nueva línea de Barcelona a la frontera francesa (Perpiñán).

**Líneas T<sub>4</sub>, donde sólo se utilizan ramas especializadas para el transporte de viajeros y trenes convencionales para el transporte de mercancías.**

Ésta es la situación existente, en la práctica, en algunos tramos de las nuevas líneas París-Lyon y TGV-Atlántico, desde octubre de 1997.

A pesar de su distinta antigüedad, con respecto a la experiencia en servicio, parece posible afirmar que:

*trains, made up of a locomotive and towed rolling stock, together with units specialized for high speed, are operated*

*We believe that the definition element has to be situated more, to the effects of mixed traffic, in the typology of the rolling stock that travels along the track and on the actions exerted on it, which will have a direct repercussion on the maintenance costs of the geometric quality.*

*From this perspective, in chart 2, we explain the different systems of operating which are in use at the moment. The established classification does not imply a theoretical evaluation but one based on the practical repercussions of each type of traffic on the deterioration of the track.*

*In the aforementioned chart 2, four types of line according to the traffic they carry are distinguished:*

***T<sub>1</sub> Lines for which only sets of trains specialized for passengers are used.***

*This is the case for the Paris - Lyon, TGV - Atlantic, TGV - Nord, Interconnection, TGV - Rhône-Alps lines. It will be also used on the the Colonia - Frankfurt line*

***T<sub>2</sub> Lines upon which only passenger traffic runs but using both specialized sets of trains and sets made up of conventional rolling stock (locomotive and coaches).***

*This is the case for the Madrid - Seville line where both sets of AVE high speed trains and sets of Talgo 200 trains pulled by locomotive run together.*

***T<sub>3</sub> Lines on which sets of trains specialized for passengers and conventional rolling stock, both passenger and freight, simultaneously use the line.***

*In this group the new German lines, Hanover - Würzburg and Mannheim - Stuttgart, as well as the Italian line between Rome and Florence. Shortly, the Hanover - Berlin and Karlsruhe - Basel lines are incorporated. In a longer term Milan - Florence, and in other time periods the new Barcelona - French Border (Perpignan)*

***T<sub>4</sub> Lines taking passenger traffic in exclusively specialized sets of trains, and conventional freight trains.***

*In practice this situation has been found on some sections of the new Paris - Lyon and TGV - Atlantic lines since October 1997.*

*In spite of the time period, it is subtly different from a line to another, so with respect to operational experience available, it seems feasible to state that:*

**Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías**  
 [ Approximation to the compatibility between High Speed passenger trains and traditional freight trains ]

- ▼ a) No hay un sistema de explotación concreto que pueda recomendarse universalmente o sin algún tipo de reserva. Quizá el caso japonés, en algunas líneas de alta velocidad donde el volumen del tráfico supera los 300.000 pasajeros diarios, constituya una excepción a esta premisa.
- ▼ b) Los distintos flujos de tráfico que concurren en cada corredor invitan a realizar una planificación diferenciada con el fin de optimizar los recursos económicos de la inversión en cada línea.
- ▼ c) Las necesidades comerciales específicas de cada corredor, tanto para el transporte de viajeros como para el de mercancías, y la forma en que son satisfechas por las líneas convencionales, constituyen un aspecto importante del proceso de decisión.

Es evidente que los cuatro sistemas de explotación anteriormente mencionados se encuentran en servicio en la actualidad y que, en consecuencia, su viabilidad técnica queda demostrada por los hechos. La cuestión que se plantea inmediatamente después es si cada sistema comporta costes de explotación muy similares o muy diferentes.

## 2. INFLUENCIA DE LAS RAMPAS SOBRE LOS TRENES DE MERCANCÍAS Y DE SUS EFECTOS EN LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD

En el trazado en planta de una nueva línea de alta velocidad, las normas de proyecto se establecen, con vistas a determinar el radio mínimo necesario para una curva, a partir de ciertas hipótesis sobre:

- ▼ a) La velocidad máxima de los trenes más rápidos ( $V_{m\acute{a}x}$ )
- ▼ b) La velocidad mínima de los trenes más lentos ( $V_{m\acute{i}n}$ )
- ▼ c) La máxima insuficiencia de peralte aceptable (I)
- ▼ d) El máximo exceso de peralte aceptable (E), para evitar el desgaste prematuro del hilo bajo del carril.

En general, la velocidad máxima ( $V_{m\acute{a}x}$ ) se determina por la velocidad comercial ( $V_C$ ) que es conveniente alcanzar en una determinada relación. La experiencia práctica demuestra claramente que una relación aproximada entre  $V_C$  y  $V_{m\acute{a}x}$  es del tipo:

$$V_C = K \cdot V_{m\acute{a}x}$$

siendo K el parámetro numérico que cabe situar en el ámbito de 0,75 a 0,8 para nuevas infraestructuras.

Para dar una idea de esta relación, entre Madrid y Córdoba, el AVE recorre 340 km, sin paradas, en 1 hora y 41 minutos. Esto supone una velocidad comercial de casi 202 km/h; es decir, el 75 % de su velocidad máxima más usual. Natural-

- ▼ a) There is no definitive system of operation that can be recommended universally or without reservation. Perhaps the Japanese case on some high speed lines where the volume of traffic exceeds 300,000 passengers a day constitutes an exception to this premise.
- ▼ b) The different flows of traffic which come together in each corridor invite to a differentiated planning with the aim of optimizing the economic resources of the investment in each line.
- ▼ c) The specific commercial needs of each corridor, both for the transport of passengers and that of freight, and the way that they are satisfied by the conventional lines are an important aspect of the decision making process.

*It is evident that the four systems of operation previously mentioned are in operation at the present moment and, in consequence, by the way of the facts their technical feasibility is demonstrated. This immediately poses the question of knowing whether the operating costs associated with each system are very similar or show great differences.*

## 2. THE INFLUENCE OF THE GRADIENTS ON FREIGHT TRAINS AND THE EFFECT ON THE HIGH SPEED LINES

*The norms of the alignment on the ground plan of a new high speed line are established, with a view to determining the minimum radius necessary for a curve, coming from certain hypotheses on:*

- ▼ a) The maximum speed of the fastest trains ( $V_{max}$ )
- ▼ b) The minimum speed of the slowest trains ( $V_{min}$ )
- ▼ c) Maximum acceptable cant deficiency (I)
- ▼ d) Maximum acceptable cant excess (E) to avoid the premature wearing out of the low rail.

*In general the maximum speed ( $V_{max}$ ) is determined by the commercial speed ( $V_C$ ) which is a good idea to reach in a given relationship. The practical experience makes it clear that an approximate relationship between  $V_C$  and  $V_{max}$  is of the type:*

$$V_C = K \cdot V_{max}$$

*K being the numerical parameter that is worth placing in the environment of 0.75 to 0.8 for the new infrastructures*

*To give an idea of the Madrid - Cordoba relation, the AVE travels 340 Km, without stopping, in a time of 1hour 41 minutes. This represents a commercial speed of almost 202 km/h; that is 75% of its top speed. Naturally, the aforementioned reference is only an indication but it serves to put the magnitudes of the commercial speeds compared to the maximum speeds.*

Andrés López Pita

**Cuadro 3/Chart 3**  
**RADIO MÍNIMO NECESARIO PARA LAS LÍNEAS DE ALTA VELOCIDAD**  
**/MINIMUM RADII NECESSARY FOR THE USE OF HIGH SPEED TRAINS**

VELOCIDAD MÁXIMA PREVISTA ENVISAGED MAXIMUM SPEED (km/h)	RADIO MÍNIMO NORMAL/NORMAL MINIMUM RADII NECESSARY (m)	
	LÍNEA ESPECIALIZADA PARA TRANSPORTE DE VIAJEROS /LINE SPECIALISED FOR PASSENGER TRAINS	LÍNEA PARA TRÁFICO MIXTO /LINE FOR MIXED TRAFFIC
200	1.400	1.500
250	2.600	2.800
300	4.000	5.400
350	5.900	8.500

Fuente/Source: E. CHAMBRON (1992)

mente, esta cifra sólo es indicativa, pero sirve para comparar las velocidades comerciales con las velocidades máximas.

La velocidad mínima de una línea viene condicionada por las posibilidades que ofrecen tanto los vagones, en general preparados para circular a 100 o 120 km/h, como por la potencia de la locomotora que los remolca.

Con los valores que suelen emplearse como insuficiencia o exceso de peralte (aunque son diferentes de un país a otro) los radios de las curvas varían en función de las velocidades, como se expone en el cuadro 3, con carácter indicativo.

Con respecto al perfil longitudinal, en la selección de la rampa máxima influye la orografía de la zona, la inversión y el tipo de trenes que van a circular por la línea, entre otros factores.

De este modo, como se sabe, en el caso de la nueva línea París-Lyon, la adopción de una rampa de 15‰, que permitiera trenes de mercancías hubiese supuesto un incremento de la inversión prevista para la realización de la infraestructura en más de un 30‰, en comparación con la solución basada en pendientes de 35‰ (Prud'homme, 1978).

Por otra parte, en el caso alemán, el análisis realizado con rampas de 12,5‰ y 35‰ en el tramo Rethen-Kassel (de la nueva línea Hannover-Würzburg) y en la línea Mannheim-Stuttgart conducía a los resultados que se presentan en el cuadro 4.

*The minimum speed of one line is conditioned by the possibilities permitted both by the wagon stock, generally suitable for speeds of 100 or 120 km/h, and the power of the rolling stock's engine that is hauling them.*

*With the values usually used for the cant deficiency or excess (although they vary from one railway authority to another) Curve radii are reached according to the speeds as shown in Chart 3.*

*With respect to the longitudinal profile, the choice of the maximum gradient is influenced by the orography of the area, the investment and the type of train compositions to travel on the line, also.*

*Thus, as made reference to in the case of the new Paris - Lyon line, the adoption of a 15‰ gradient, compatible with mixed traffic, in the definition of the route, represented an overspend on the investment on the infrastructure: more than 30‰ as compared to the solution based on gradients of 35‰ (Prud'homme 1978).*

*In the German case, on the other hand, the analysis carried out on gradients of 12.5‰ and 35‰, on the Rethen - Kassel section (on the new Hanover - Würzburg line) and on the Mannheim - Stuttgart line, leads us to the results shown in Chart 4.*

**Cuadro 4/Chart 4**  
**INCIDENCIA ECONÓMICA DE LA RAMPA SOBRE LOS COSTES DE LA INFRAESTRUCTURA DE ALGUNAS LÍNEAS ALEMANAS/THE ECONOMIC INCIDENCE OF THE GRADIENT IN THE INFRASTRUCTURE COSTS OF SOME GERMAN LINES**

LÍNEA/LINE	ÍNDICE DE COSTE/COST INDEX	
	Rampa de 12,5‰/Gradient 12.5‰	Rampa de 35‰/Gradient 35‰
Hannover - Würzburg (Rethen - Kessel)	100	89
Mannheim - Stuttgart	100	90

Fuente/Source: M. LINKERHÄGNER (1984)

**Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías**  
 [ Approximation to the compatibility between High Speed passenger trains and traditional freight trains ]

Gracias a la adopción de un radio mínimo de 3.250 m, frente a 5.100 m, finalmente retenidos, se lograba un ahorro adicional de cuatro puntos en la primera línea y de dos puntos en la segunda. En síntesis se reducían los costes de inversión un 15 % y un 13 % respectivamente (cifras a comparar con el aumento superior al 30 % en el caso de la línea francesa).

Las reflexiones y datos precedentes pretenden ilustrar algunas de las variables que intervienen en la decisión de la rampa máxima que debe adoptarse.

A la hora de analizar, si por criterios de trazado, es factible la presencia de tráfico mixto en sentido amplio, es decir, con velocidades heterogéneas, pueden darse dos situaciones: la línea ya está en servicio comercial o tiene su perfil longitudinal definido, o bien se encuentra en fase de planificación. En el presente artículo sólo se analizará el primer caso.

De acuerdo con lo que ya se ha indicado, la línea se habrá planificado con una velocidad máxima de  $V$  (km/h). Por debajo de esta velocidad, podría darse un exceso de peralte que provocase el desgaste prematuro de la vía.

Los requisitos básicos que hay que cumplir para aceptar, por criterios de trazado, el uso de una determinada composición en una línea en servicio (válidos, por lo tanto, para determinar la viabilidad del tráfico de mercancías), son:

- ▼ a) Verificar que el tren puede arrancar en cualquier punto de la línea si se ha detenido por cualquier motivo o necesidad del servicio.
- ▼ b) Verificar que el tren tiene la capacidad de frenado necesaria para detenerse en las peores condiciones en cualquier pendiente, sin superar la máxima tensión energética tolerada por cada tipo de freno.
- ▼ c) Verificar que la reducción de velocidad en algunas zonas, como consecuencia de la falta de potencia de la locomotora o del remolcado de vagones pesados, no afecta negativamente a los criterios de tolerabilidad del exceso de peralte.

El resultado de este análisis nos lleva a establecer cuál es la velocidad mínima a la que puede desplazarse una determinada composición, y con qué carga remolcada. Los valores obtenidos reflejarán el posible interés comercial y económico que tiene la autorización del uso mencionado. Hay que tener en cuenta que, en ocasiones, en secciones difíciles de líneas de alta velocidad, la magnitud de la carga remolcada que garantiza el cumplimiento de los tres requisitos citados es inaceptable desde el punto de vista comercial.

Finalmente, por lo que respecta a las reducciones de las velocidades máximas como consecuencia de la existencia de rampas de una determinada longitud, se ha realizado una serie de simulaciones para diferentes configuraciones.

Concretamente, se ha llevado a cabo una simulación de trenes de mercancías remolcados por la locomotora S 252 que se utiliza en los ferrocarriles españoles, cuyas caracterís-

*The adoption of a minimum radius of 3,250m as opposed to 5,100m, produced to an added saving of four points on the first line and two points on the second. To summarize, reductions in the investment costs of 15% and 13% respectively (compared to the figure of (>30%) for the French line).*

*The previous comments and data try to show some of the variables that influence the decision on the maximum gradient.*

*At the moment of analyzing, if for tracing criteria, the presence of mixed traffic is feasible in the wide sense, that is with heterogeneous speeds, two situations are possible: The line is already in commercial operation or has its longitudinal profile defined, or The line is being planned.*

*Only the firsts situation will be analyzed.*

*In accordance with that previously stated, the line will have been planned having a maximum speed of  $V$  (km/h). Below this speed, an excess of cant could be produced which wears out the track prematurely.*

*The conditions, basically, to be taken into account to accept the use of a determined train composition for a line in service (valid, therefore, for the feasibility of freight traffic), exclusively for tracing criteria, are:*

- ▼ a) *To verify that at any point or in any area of the route, the train composition can start if it stops for any reason or operational need.*
- ▼ b) *To test the braking capacity of the train composition for stopping under the worst conditions on any slope, without exceeding the maximum energetic stress tolerated by each type of brake.*
- ▼ c) *To analyze that the reductions in speed in some areas as a result of the lack of power from the locomotive or a heavy load being hauled do not negatively affect the criteria tolerated for the excess of cant.*

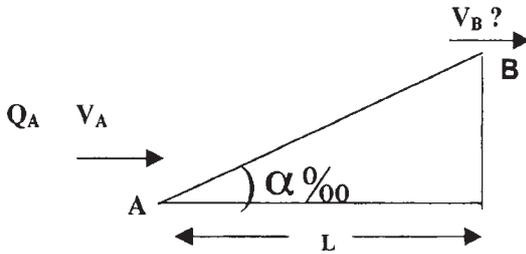
*The result of this analysis leads us to state what is the minimum speed at which a given train composition, and with which hauled load, it can travel. The values that were obtained reflect the possible commercial and economical interest for authorizing the aforementioned use. It is worth bearing in mind that, on occasions, on difficult routes, on high speed lines, the magnitude of the hauled load which guarantees the fulfillment of the three aforementioned conditions is unacceptable from the commercial perspective.*

*Finally, regarding the reductions in the maximum speeds as a result of the existence of gradients of a certain length, a series of simulations has been carried out for different route configurations.*

*The simulation has been carried out specifically for freight trains being pulled by the S 252 locomotive, used by the Spanish Railways, that as mentioned earlier, has similar*

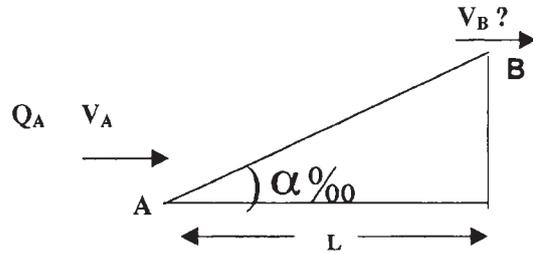
**Andrés López Pita**

ticas de potencia, son similares a las que presentan las que se utilizan en otros países europeos. A fin de analizar el efecto de las rampas, puede utilizarse el diagrama siguiente:



Es decir, se presupone que se conoce la velocidad  $V_A$  de una determinada composición y la carga remolcada ( $Q_A$ ) en el inicio de una rampa, y se evalúa la velocidad  $V_B$  a la que circularía el tren al final de la rampa ( $\alpha$  %) para una longitud  $L$ . La

power characteristics to those used in other European countries. In order to analyze the effect of the gradients, the diagram below can be used:



That is, it is assumed that the speed  $V_A$  of a given train composition with a hauled loads at the start of a gradient, is known, and the speed  $V_B$  at which the train is travelling at the end of the gradient ( $\alpha$  %) for a length  $L$ , is evaluated. Figure 1

VELOCIDAD MÁXIMA EN TRENES DE MERCANCÍAS. RAMPA 20‰. VELOCIDAD INICIAL 100 km/h.  
/MAXIMUM SPEED FOR FREIGHT TRAINS. GRADIENT 20‰. INITIAL SPEED 100 km/h.

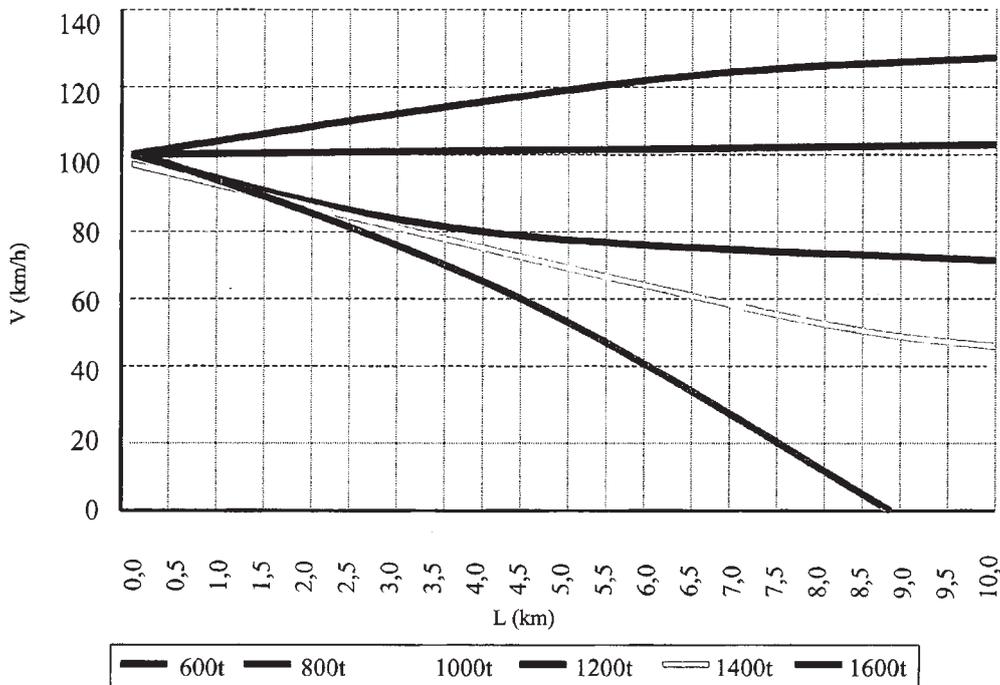


Figura 1/ Figure 1.

**Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías**  
 [ Approximation to the compatibility between High Speed passenger trains and traditional freight trains ]

**Cuadro 5/Chart 5**  
**MÁXIMA RAMPA ADMISIBLE PARA LIMITAR LA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD AL 5 % Y AL 10 % / THE MAXIMUM**  
**ADMISSIBLE GRADIENT IN ORDER TO LIMIT THE REDUCTION OF SPEED TO 5 AND 10%**

CARGA REMOLCADA /THE LOAD HAULED	MÁXIMA RAMPA ADMISIBLE (%) Y LONGITUD (km)/THE MAXIMUM ADMISSIBLE GRADIENT (%) AND LENGTH							
	VELOCIDAD DE MARCHA (km/h)/THE TRAVELLING SPEED (km/h)							
	100		120		140		160	
	Reducción del (%) / A reduction of (%)							
	5 %	10 %	5 %	10 %	5 %	10 %	5 %	10 %
600	30 (2)	30 (>10)	25 (2) 28(1)	25 (8) 28(2,5)	20 (4) 22(2)	22 (5) 25(2,5)	18 (3) 25(1)	18 (7) 20(4) 22 (3)
800	22 (8)	25 (3)	18 (5) 20 (1,5)	20 (5) 22 (2,5)	15 (4)	18 (4) 30 (1)	12,5 (5)	15 (5) 18(3)
1.000	18 (4)	20 (4)	15 (3)	25 (1)	12,5 (4) 18 (1)	12,5 (10)	10 (5) 18 (1)	12,5 (5) 15 (3)
1.200	15 (4) 18(1)	18 (12,5)	12,5 (2,5)	15 (3)	10 (4,5)	12,5 (1,5)	10 (2,5)	10 (6)
1.400	12,5 (7)	15 (3)	10 (6)	12,5 (4)	10 (2,5)	12,5 (3)	10 (2)	10 (4,5)
1.600	12,5 (2)	12,5 (4,5)	10 (2,5)	10 (6)	10 (2)	10 (4) 22 (1)	5 (7)	10 (3,5)

Fuente: Elaboración propia/Source: Compiled by the author

figura 1 presenta un ejemplo del tipo de curvas obtenidas durante la simulación realizada. Las velocidades supuestas en A eran: 100, 120, 140 y 160 km/h. Las cargas remolcadas por el tren de mercancías fluctuaban entre 600 Tm y 1.600 Tm en incrementos de 200 Tm. La pendiente oscilaba entre el 5‰ y el 30‰, con ocho valores para las pendientes intermedias y sus longitudes de entre 1 y 10 km. De todos los resultados obtenidos, se han seleccionado los siguientes (cuadro 5):

A manera de conclusión de la simulación efectuada puede señalarse que, para el intervalo más habitual de las cargas remolcadas, cuya circulación por algunas líneas de alta velocidad, podría ser de interés, se dispone de valores de referencia sobre la influencia que las rampas y su longitud ejercen en la reducción de la velocidad, pudiendo facilitar el establecimiento de trazados geométricos que guarden la mayor aptitud posible para una explotación con composiciones de diferentes características.

shows an example of the type of curves obtained during the simulation carried out. The speeds assumed in A, were: 100, 120, 140 and 160 km/h. The loads hauled by the freight train fluctuated between 600t and 1,600t in stages of 200t. The variable gradient from 5 to 30‰, with eight values for intermediate gradients, and their lengths of between 1 and 10Km. From all the results obtained, the following have been selected (chart 5):

As a conclusion to the simulation carried out it can be pointed out that, for the interval of the most usual loads hauled that travel on some high speed lines, it could be of interest to make available the references values on the influence that the gradients and their lengths exerts on the reduction in speed, being able to facilitate the establishment of geometric routes that keep the greatest possible aptitude for an operation with train compositions of different characteristics.

**3. INFLUENCIA DEL TRÁFICO MIXTO SOBRE EL DETERIORO DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA**

El objetivo final del presente artículo es intentar determinar cuál es la magnitud económica de las repercusiones que tiene el tráfico mixto sobre el deterioro de la geometría de la vía de líneas de alta velocidad.

Para estimar los costes de mantenimiento de la vía se considera un proceso en tres fases:

- ▼ a) Evaluar las acciones transmitidas por cada tipo de material rodante a la vía.
- ▼ b) Establecer criterios que permitan determinar los efectos de estas acciones en términos de deterioro de la calidad geométrica de la vía.
- ▼ c) Evaluar las diferencias relativas en términos de costes de mantenimiento.

Por lo que respecta a las acciones que ejerce el material rodante sobre la línea, cabe distinguir dos períodos de tiempo diferentes: El primero corresponde al material rodante disponible a mediados del decenio de 1970.

La figura 2 muestra que las fuerzas verticales transmitidas por las locomotoras que circulaban a 200 km/h eran un 44 % mayores que las ejercidas por los TGV a 300 km/h. El segundo período de tiempo se refiere a los dos últimos decenios, en los que han aparecido nuevos tipos de locomotoras. A partir de los resultados más recientes obtenidos con respecto al comportamiento del material rodante, es posible realizar la comparación representada en el cuadro 6.

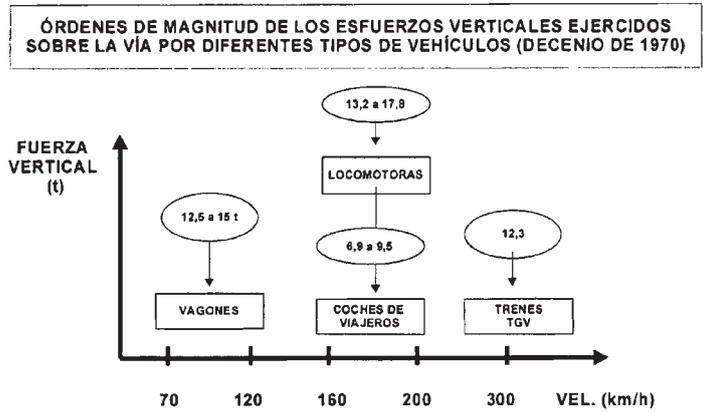
**3. THE INFLUENCE OF MIXED TRAFFIC ON THE DETERIORATION OF THE GEOMETRY OF THE TRACK**

The final objective of this study is to try to proportion certain orders of magnitude on the economic impact of mixed traffic on high speed lines.

In order to analyze the maintenance costs of the track the starting point is:

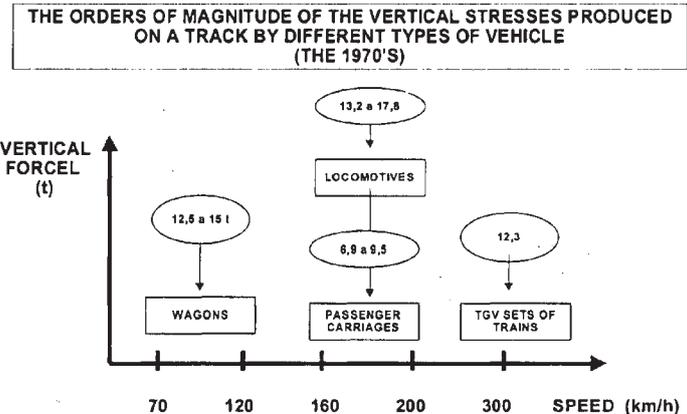
- ▼ a) The evaluation of the actions transmitted by each type of rolling stock to the track.
- ▼ b) The establishment of criteria that permits the transformation of the actions to the deterioration of the geometric quality of the track.

- ▼ c) The evaluation of the relative differences in terms of maintenance costs.



Fuente: A. LÓPEZ PITA (1998)

Figure 2.



Source: A. LÓPEZ PITA (1998)

Figure 2.

As far as the actions exerted by the rolling stock on the line, it is worth differentiating two distinct time periods:

The first corresponds to the rolling stock available in the middle of the 1970's.

Fig. 2 shows that the vertical forces transmitted by the locomotives become, for speed of 200 km/h, up to 44% higher than those exerted by TGV trains travelling at 300 km/h.

The second time period relates to the past two decades in which new types of locomotives have appeared. From the most recent results on the behavior of rolling stock, it is possible to make the comparison shown in chart 6.

**Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías**  
 [ Approximation to the compatibility between High Speed passenger trains and traditional freight trains ]

**Cuadro 6/Chart 6.**  
**EVOLUCIÓN COMPARATIVA DE LAS MÁXIMAS FUERZAS VERTICALES**  
**EJERCIDAS POR EL MATERIAL RODANTE SOBRE UNA VÍA/THE COMPARATIVE EVOLUTION OF THE MAXIMUM**  
**VERTICAL FORCES EXERTED BY THE ROLLING STOCK**

TIPO DE MATERIAL RODANTE /TYPE OF ROLLING	MÁXIMA FUERZA VERTICAL POR RUEDA (Tm) /STOCK MAXIMUM VERTICAL FORCE PER WHEEL (t)	
	Decenios de 1960 y 1970 /1960's and 70's	Decenios de 1980 y 1990 /The 1980's and 90's
Locomotoras/Locomotives V = 200 km/h	17,5	13 a 13,5
Vagones de mercancías/Freight wagons V = 70 km/h V = 100 km/h V = 120 km/h	14,5 -15,7 - -	- 12,6 13,3
Coches de viajeros/Passenger cars V = 200 km/h	6,9 (TEE) a 8,3	-
Ramas de alta velocidad/High speed trains * línea clásica/classic line V = 200 km/h V = 300 km/h * línea de alta velocidad/high speed line V = 300 km/h	12,15 13,95 -	12,3 a 12,5

Fuente/ Source: A. López Pita (1998)

Es indudable que las diferencias existentes entre las ramas de trenes de alta velocidad y las composiciones de locomotoras y vagones, que podrían ser de hasta un 44 % y un 28 % respectivamente, se han reducido a los actuales niveles del 10 % y el 15 % en ambos casos.

La figura 3 representa de forma visual la evolución que ha experimentado el material rodante en relación con los esfuerzos que ejerce sobre la línea.

A fin de analizar los costes de mantenimiento de la vía, cabe distinguir dos aspectos:

- ▼ a) Los esfuerzos dinámicos verticales que se ejercen sobre el carril.
- ▼ b) Las vibraciones que se generan en los componentes de la superestructura de la vía, especialmente en el balasto.

En el primero se utilizan los criterios de influencia de la carga dinámica sobre el deterioro de la vía, de acuerdo con la regla de la potencia. En el segundo, se utiliza la velocidad de vibración de las partículas de balasto.

En nuestra opinión, por lo que respecta al criterio 1, los valores entre 1 y 2 son correctos. La aplicación del criterio 1 cuando  $\alpha$  oscila entre 1 y 2 da lugar a los índices relativos a la

*It is indubitable that the differences between the fleets of high speed trains and the locomotives and wagons, that could be up to 44% and 28% respectively, have been reduced to the present levels of between 10 and 15% in both cases.*

*Fig. 2 visualizes the evolution experienced in relation to the actions produced on the line by the rolling stock.*

*In order to analyze the maintenance costs of the track it is worth differentiating two aspects:*

- ▼ a) *The vertical dynamic stresses exerted on the rail.*
- ▼ b) *The level of vibrations generated in the components of the superstructure of the track and specially in the ballast.*

*The first one uses the criteria of the influence of the dynamic load on the deterioration of the track based on the rule of the power.*

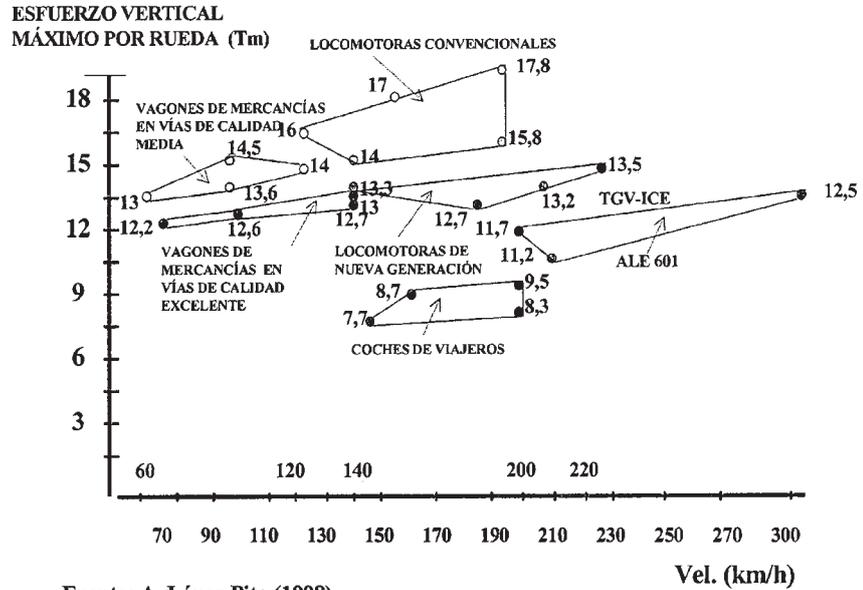
*The second one uses the level of speed of vibration of the ballast particles.*

*As far as criterion 1 is concerned, in our opinion the values 1 to 2 are corrects. The application of criterion 1 for values of  $\alpha$  from 1 to 2 lead to the indices relative to the fatigue of the track which appear in chart 7.*

*Based on the results shown, it verifies that the increase in the maintenance costs will be of between 10 and 20% more*

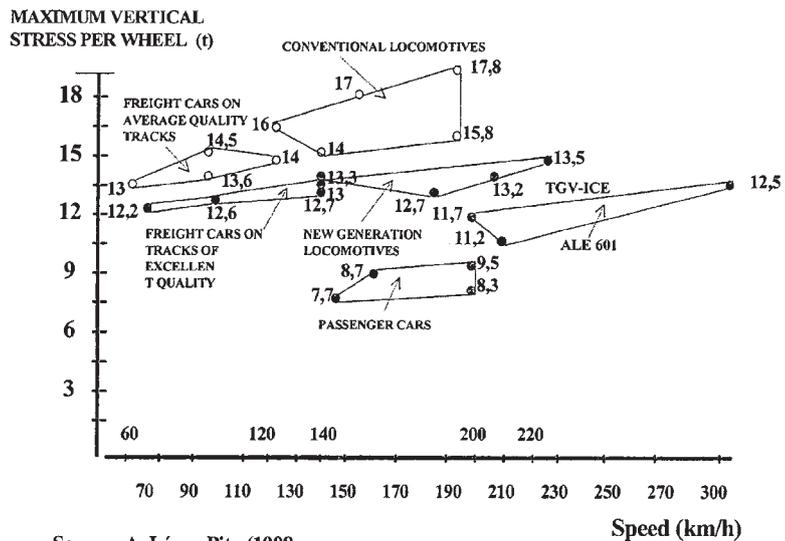
Figura 3.

ORDEN DE MAGNITUD DE LOS ESFUERZOS VERTICALES GENERADOS POR LOS VEHÍCULOS FERROVIARIOS



Fuente: A. López Pita (1998)

RANGE OF VERTICAL STRESSES GENERATED BY THE RAILWAY VEHICLES



Source: A. López Pita (1998)

Figure 3.

**Compatibilidad entre trenes de viajeros en Alta Velocidad y trenes tradicionales de mercancías**  
 [ Approximation to the compatibility between High Speed passenger trains and traditional freight trains ]

**VELOCIDAD DE VIBRACIÓN EN EL BALASTO**  
 (RUMP et al. 1996)

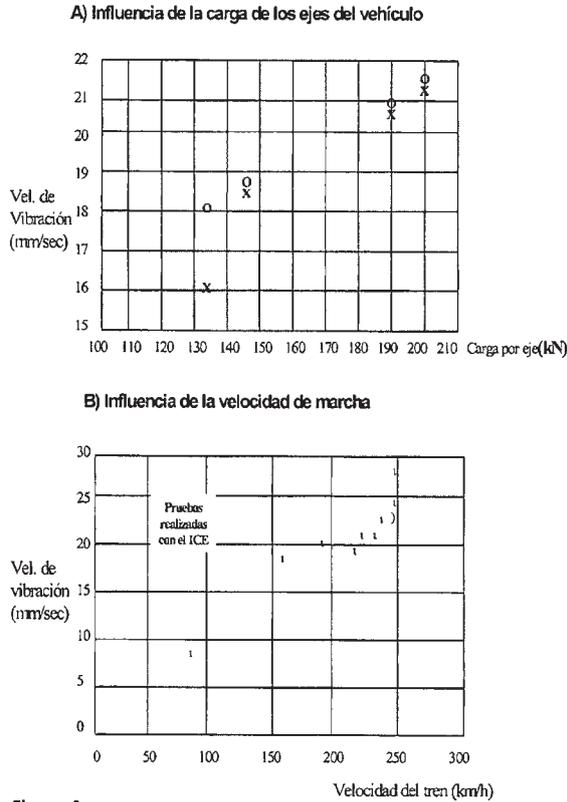


Figura 4.

fatiga de la vía que aparecen el cuadro 7. De los resultados presentados se desprende que los costes de mantenimiento aumentarán entre un 10 % y un 20 % más que si se utilizan exclusivamente ramas especializadas para transporte de viajeros.

Por lo que respecta al criterio 2, de acuerdo con Rump y cols. (1996), la máxima velocidad de vibración aceptable en la actualidad no debería superar de 15 a 20 mm/s. La figura 4 presenta los resultados obtenidos en las pruebas realizadas con el ICE para velocidades de entre 150 y 250 km/h y con trenes de mercancías de hasta 120 km/h. Tomando como referencia el precedente criterio resultaría que un factor importante para el deterioro de la capa de balasto es la circulación de trenes de alta velocidad que generan vibraciones de 20 a 25 mm/s, dado que los trenes de mercancías generan, como se ve en la figura 4, vibraciones de sólo 10 a 15 mm/s.

Un aspecto importante a considerar en el mencionado deterioro del balasto, es la influencia de la superestructura de la vía,

**THE SPEED OF VIBRATION IN THE BALLAST**  
 (RUMP et al. 1996)

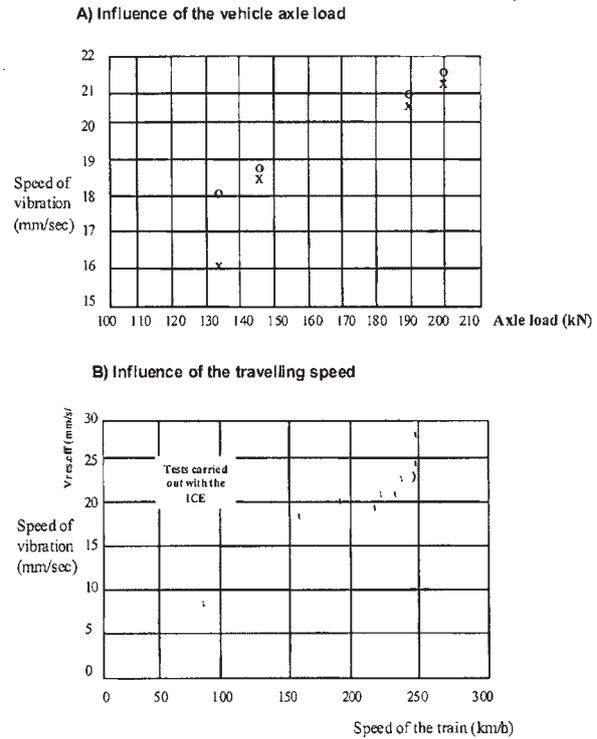


Figure 4.

than that corresponding to the exclusive use of specialized passenger trains.

As far as criterion 2 is concerned, according to Rump et al (1996) at the present time, the maximum acceptable speed of vibration non should be higher than 15 to 20 mm/sec.

Figure 4 shows the results obtained with the trials carried out with the ICE for speeds of between 150 and 250 km/h, and with the freight trains up to 120 km/h. An important aspect to be taken into account in this deterioration of the ballast is the influence of the track superstructure, or more specifically, its vertical elasticity. In a forthcoming article, we will go into this issue in dept, it being of particular interest in the case of lines reserved exclusively for passenger trains running at  $250 < V \leq 350$  km/h.

Taking as a reference the mentioned criteria, a mayor contribution to the deterioration of the ballast layer turns

Andrés López Pita

**Cuadro 7/Chart 7**  
**FUERZAS DINÁMICAS VERTICALES EJERCIDAS POR DIFERENTES VEHÍCULOS FERROVIARIOS SOBRE VÍAS DE ALTA CALIDAD GEOMÉTRICA/THE DYNAMIC VERTICAL FORCES EXERTED BY DIFFERENT RAILWAY VEHICLES ON TRACKS OF A HIGH GEOMETRIC QUALITY**

TIPO DE MATERIAL RODANTE <i>/TYPE OF ROLLING STOCK</i>	MÁXIMA FUERZA VERTICAL POR RUEDA <i>/MAXIMUM VERTICAL FORCE PER WHEEL</i>	ÍNDICE RELATIVO A LA FATIGA DE LA VÍA ( $Q_d$ ) <sup>*</sup> <i>/INDEX RELATIVE TO FATIGUE OF THE TRACK (<math>Q_d</math>)<sup>*</sup></i>	
		$\alpha = 1$	$\alpha = 2$
<u>Trenes de alta velocidad</u> <i>/High speed trains</i> V = 300 km/h	12,3	100	100
<u>Locomotoras modernas</u> <i>/Modern locomotives</i> V = 200 km/h	13,5	110	120
<u>Coches de viajeros</u> <i>/Passenger carriages</i> V = 200 km/h	8,3	67	46
<u>Vagones de carga modernos</u> <i>/Modern freight wagons</i> V = 100 km/h V = 120 km/h	12,6 13,3	102 108	105 117

Fuente: datos recopilados por el autor/*Source: compiled by the author*\* Referencia al índice 100/*Index 100 taken as reference*

y de forma más específica, de su elasticidad vertical. En un próximo artículo desarrollaremos detenidamente esta problemática de particular interés en líneas reservadas exclusivamente a la circulación de ramas de viajeros con  $250 < V \leq 350$  km/h

#### 4. CONCLUSIONES

De los resultados presentados se desprende que los costes de mantenimiento de las líneas comerciales explotadas con trenes especializados para transporte de viajeros y trenes convencionales para transporte de viajeros formados por locomotoras y coches, con la incorporación de vagones modernos de mercancías podrían incrementarse entre un 5 % y un 20 %, en función de la importancia del tráfico de mercancías respecto a las ramas de viajeros. ■

#### REFERENCIAS/REFERENCES

- López Pita, A. (1999), *Economical analysis of the influence of mixed traffic on high speed lines*. Congreso Mundial sobre Investigación Ferroviaria, Tokio.  
 –López Pita, A. (1999), *Tilting trains and line construction*. Ministerio de Fomento, España.

out to be the travelling oh high speed trains generating vibrations of 20 to 25 mm/sec. Given that the freight train compositions generate, as previously mentioned speed of vibration of only 10 to 15 mm/sec. (Figure 4).

#### 4. CONCLUSIONS

Based on the results shown, it verifies that the increase in the maintenance cost the commercial operations of specialized passenger trains together with conventional passenger trains composed of locomotives and carriages, and with the addition of modern freight wagons, it will be of between 2 an 20% more. It depends of the number of the freight trains and the passenger trains. ■

- López Pita, A. (1993), *Criterios de planificación de las nuevas infraestructuras ferroviarias*. Revista Situación del Banco de Bilbao, nº 3 y 4, pag. 37-64.  
 –López Pita, A. (1984), *Possibilities in the reduction of maintenance costs of the geometric quality of track, by means of adopting new criterions in its design*. XVI Congreso Ferroviario Panamericano. EE.UU. Washington, D.C. 116-133.

“Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga.”

Jesús M. de la Fuente González, Juan A. Gil Gandía, Noelia Alonso Fernández

*Revista de Obras Públicas* vol. 151, nº 3.450, diciembre de 2004, pp. 7-32



# Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga

## Abdalajís tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line

**Jesús M. de la Fuente González.** Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Director de las obras. Ineco. [jmfuente@ciccp.es](mailto:jmfuente@ciccp.es)

**Juan A. Gil Gandía.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Jefe de la A.C.O. Ute Ayegeo (Ayesa-Geocontrol). [jgil@ayesa.es](mailto:jgil@ayesa.es)

**Noelia Alonso Fernández.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

SPICC. [naf@spicc.e.telefonica.net](mailto:naf@spicc.e.telefonica.net)

**Resumen:** El artículo describe la ejecución de las obras de los Túneles de Abdalajís, que forman parte de las obras de la L.A.V. Córdoba-Málaga. El proyecto comprende la ejecución de dos túneles paralelos, con una longitud de 7.000 m cada uno, que atraviesan las complejas formaciones geológicas de la Sierra del Valle de Abdalajís y la Sierra de Huma, en la Cordillera Bética. La construcción se realiza con dos tuneladoras tipo doble escudo de roca dura, de 10 m de diámetro, diseñadas de acuerdo a las características de los terrenos a atravesar.

**Palabras Clave:** Abdalajís, Alta Velocidad, Cordillera Bética, Revestimiento, Tuneladora doble escudo

**Abstract:** The article describes the execution of the Abdalajís Tunnels, a part of the construction of the High Speed Line Córdoba-Málaga. The Project includes the excavation of two twin tunnels, 7,000 m long, that will be excavated through a complex geological formations in Sierra del Valle de Abdalajís and Sierra de Huma, in the Bética Mountain Range. The tunnel will be dug with two tunnel boring machines, double shield type, with a diameter of 10 m, designed accordingly for the different kinds of soil that will be excavated.

**Keywords:** Abdalajís, High Speed, Cordillera Bética, Lining, Double Shield TBM

El trazado la nueva Línea de Alta Velocidad entre Córdoba y Málaga discurre de norte a sur por las provincias de Córdoba, Sevilla y Málaga, y está diseñado para una velocidad máxima de circulación de 350 km/h. La longitud total de la línea es de 155 km y está dividida en 22 tramos; cuenta con una longitud total de túneles de 19 Km, destacando de entre ellos el túnel de Abdalajís que, desde las cercanías de la estación de Bobadilla y al oeste del embalse de Guadalhorce, atraviesa la sierra del mismo nombre con una longitud de 7.300 m.

### 1. Descripción general del proyecto

El tramo "Gobantes-Salida del Túnel de Abdalajís" incluye la construcción del túnel de este nombre más el acondicionamiento de sus dos bocas. El tramo discurre del P.K. 800+000 al 808+970, por los términos municipales de Antequera y Álora (Málaga), con una longitud total de 8.970 m. De éstos, 7.300 m constituyen el túnel, atravesando la Sierra del Valle de Abdalajís y la Sierra de Huma, y 1.670 m a cielo abierto, 920 m en la boca norte y 750 m en la boca sur.

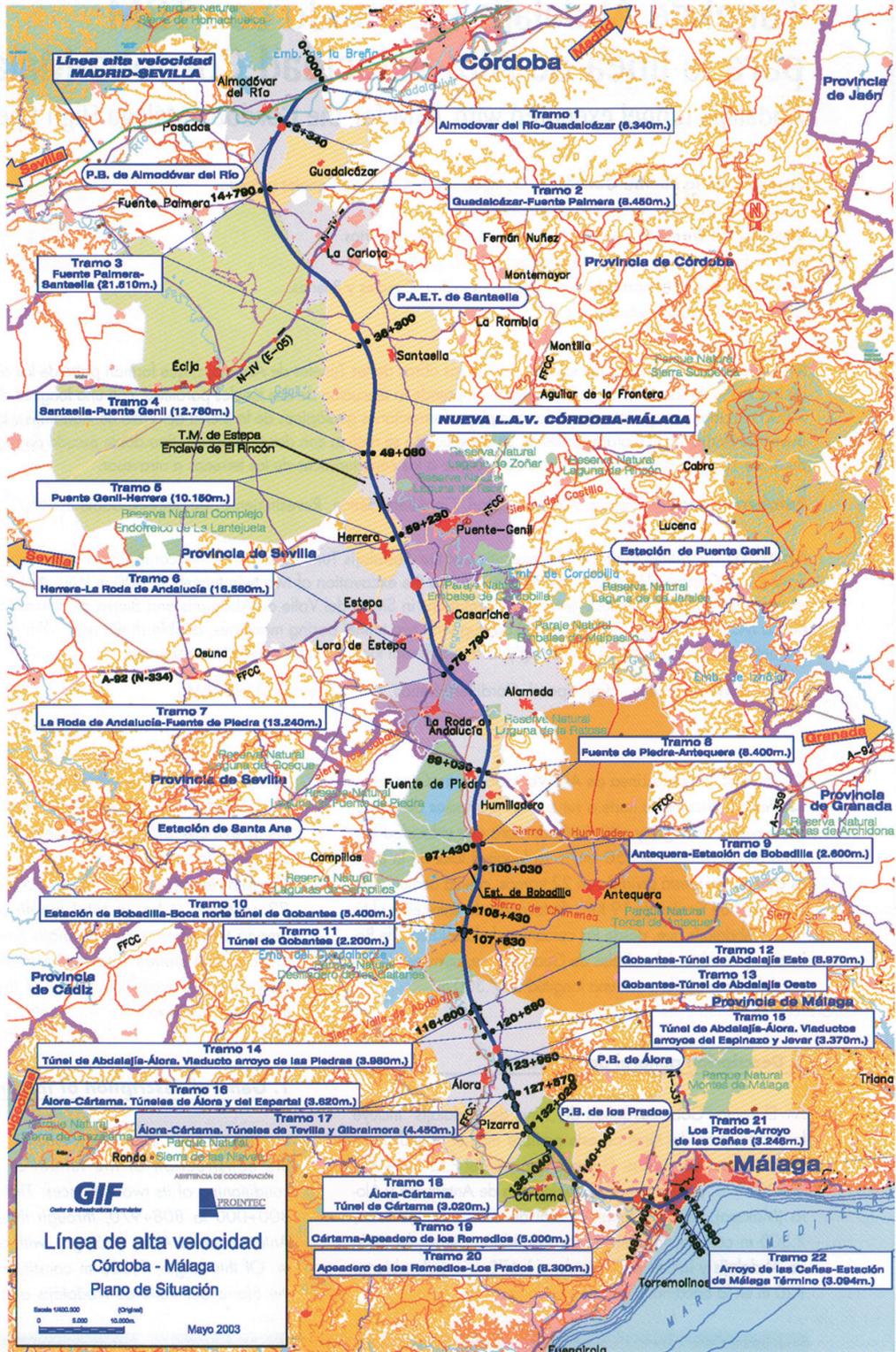
The route of the new High Speed Line between Córdoba and Málaga runs from north to south through the provinces of Córdoba, Seville and Málaga, and is designed for a maximum circulation speed of 350 km/h. The total length of the line is 155 km and is divided into 22 sections; it has a total length of 19 km of tunnels, among these being the Abdalajís tunnel which, from close to Bobadilla station and to the west of the Guadalhorce reservoir, will cross the Sierra of the same name with a length of 7,300 m.

### 1. General description of the project

The section "Gobantes-Abdalajís Tunnel Exit" includes the construction of the tunnel of that name plus the conditioning of its two entrances. The section runs from P.K. 800+000 to 808+970, through the municipal districts of Antequera and Álora (Málaga), with a total length of 8,970 m. Of this length, 7,300 m constitute the tunnel, traversing the Sierra del Valle de Abdalajís and the Sierra de Huma,

J.M. de la Fuente, J.A. Gil Gandía, N. Alonso Fernández

Fig. 0. Situación geográfica de la LAV Córdoba-Málaga, División en tramos. Fig. 0. Geographical location of the Córdoba-Málaga HSL. Division in sections.



**Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga**  
**Abdalajís tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line**



El diseño corresponde a la tipología bitubo, y comprende dos túneles gemelos de vía única de sección circular, de diámetro libre interior de 8,80 m. A efectos de construcción, el Proyecto se dividió en dos tramos independientes:

- Tramo 12. Comprende la excavación del túnel Este de 7.070 m de longitud y el acondicionamiento de la boca sur, donde se ha previsto una superficie de 125.000 m<sup>2</sup> para la ubicación del vertedero, instalaciones y servicios auxiliares de las tuneladoras que, una vez finalizada la obra, servirá como explanada de emergencia durante la explotación del túnel. Incluye también el acondicionamiento de los caminos de acceso a esta implantación sur de la obra.
- Tramo 13. Engloba la excavación del túnel Oeste de 7.053 m de longitud y el acondicionamiento de la boca norte, con una la explanada de emergencia de 30.000 m<sup>2</sup> sobre el arroyo Salado, el viaducto sobre el arroyo Higuero de 125 m de largo y un desmonte de 300 m de longitud y 45 m de altura.

Ambos tramos, licitados por el GIF en diciembre el 2001, fueron adjudicados a las siguientes uniones temporales de empresas:

- Tramo 12: UTE Abdalajís (Dragados-Seli-Tecsa-Jäger), con un presupuesto vigente de 125.882.531,70 € y un plazo de ejecución de 36 meses.
- Tramo 13: UTE Abdalajís Oeste (Sacyr-Somagüe), con un presupuesto vigente de 131.734.147,95 € y un plazo de ejecución de 41 meses.

Su construcción se inició en mayo de 2002. Previo al inicio de la excavación fue necesario el acondicionamiento de 8 Km de carreteras locales para permitir el transporte de las 2.400 toneladas de las tuneladoras y maquinaria del túnel, así como para absorber la alta densidad de tráfico de pesados estimada durante la ejecución del túnel, principalmente el transporte de las dovelas desde la fábrica a la explanada de la boca sur.

**Foto 0. Vista general del emboquille sur del túnel de Abdalajís.**  
**Photo 0. General view of the south entrance of the Abdalajís tunnel.**

and 1,670 m are open cut, 920 m in the north exit and 750 m in the south entrance.

The design is a twin type solution, and comprises two twin tunnels of circular cross-section, of interior free diameter of 8.80 m. For the purpose of construction, the Project was divided into two independent sections:

- Section 12. This is comprised of the excavation of the East tunnel with a length of 7,070 m and the construction of the south entrance, where a ground area of 125,000 m<sup>2</sup> has been planned for the location of the dump, facilities and auxiliary installations for the TBMs. Once the work is completed, this area will serve as an emergency site during tunnel exploitation. It also includes conditioning of the access roads to this south site of the job.
- Section 13. Includes the excavation of the West tunnel 7,053 m long and the construction of the north exit, with an emergency site of 30,000 m<sup>2</sup> over the Salado river, the viaduct over the Higuero river of length 125 m and a cut with a length 300 m and height 45 m.

The two sections, bid on by GIF in December 2001, were awarded to the following joint ventures:

- Section 12: Abdalajís JV (Dragados-Seli-Tecsa-Jäger), with an existing budget of 125,882,531.70 € and an execution period of 36 months.
- Section 13: Abdalajís West JV (Sacyr-Somagüe), with an existing budget of 131,734,147.95 € and an execution period of 41 months.

Its construction started in May 2002. Before starting excavation, 8 km of local roads had to be upgraded in order to permit the transportation of the 2,400 tons of the TBMs and tunnel machinery, and also to absorb the high density of heavy traffic involved in the execution of the tunnel, mainly the transportation of the segments from the factory to the south site.

**2. Descripción del túnel**

La ejecución de los dos tubos que componen el túnel se acometió desde la boca Sur mediante el empleo de dos máquinas tuneladoras para roca, tipo doble escudo, con un diámetro de excavación de 10 m, con las que se espera alcanzar rendimientos medios superiores a 20 m/día, rendimientos que permitirán ejecutar la obra en los plazos establecidos.

Siguiendo el trazado Norte-Sur, el túnel atraviesa los complejos Alpujárride, Maláguide y Penibético pertenecientes a las unidades Internas y Externas de la Cordillera Bética. A su vez, durante la excavación y explotación el túnel se verá afectado por las unidades acuíferas de Sierra de Huma y Sierra del Valle de Abdalajís. Con el fin de evaluar la afección de la excavación de los túneles a los acuíferos atravesados, se está realizando un seguimiento con la ejecución de tres sondeos hidrogeológicos para el control piezométrico y los aforos de diversas surgencias.

La construcción del los dos tubos supone una longitud total de excavación de 14.000 m de túnel de sección circular y diámetro libre interior de 8,80 m, con una sección de 51,4 m<sup>2</sup> cada tubo (Figura 1). La distancia entre ejes varía desde un mínimo de 19,6 m en la boca Norte hasta un máximo cercano a 50 m en la parte intermedia del trazado del túnel, variaciones debidas a la adaptación a los acuerdos en planta del trazado.

En la Figura 3 se observa la planta del tramo Gobantes-salida del Túnel de Abdalajís cuyas principales características son las siguientes:

- Longitud total del tramo: 8.970 m
- Longitud del tubo este: 7.070 m
- Longitud del tubo oeste: 7.053 m
- Radio mínimo en planta: 6.900 m
- Pendiente máxima del tramo: 24,02 mm/m
- Pendiente máxima del túnel: 16,02 mm/m (descendente dirección Málaga)
- Parámetro mínimo de acuerdos verticales Kv: 50.000

**2. Description of the tunnel**

The execution of the two tubes making up the tunnel was tackled from the South entrance by means of using two tunnel boring machines (TBMs) for rock, double shield type, with an excavation diameter of 10 m, in which average yields of more than 20 m/day were expected to be achieved, an output that would allow the work to be completed within the established deadlines.

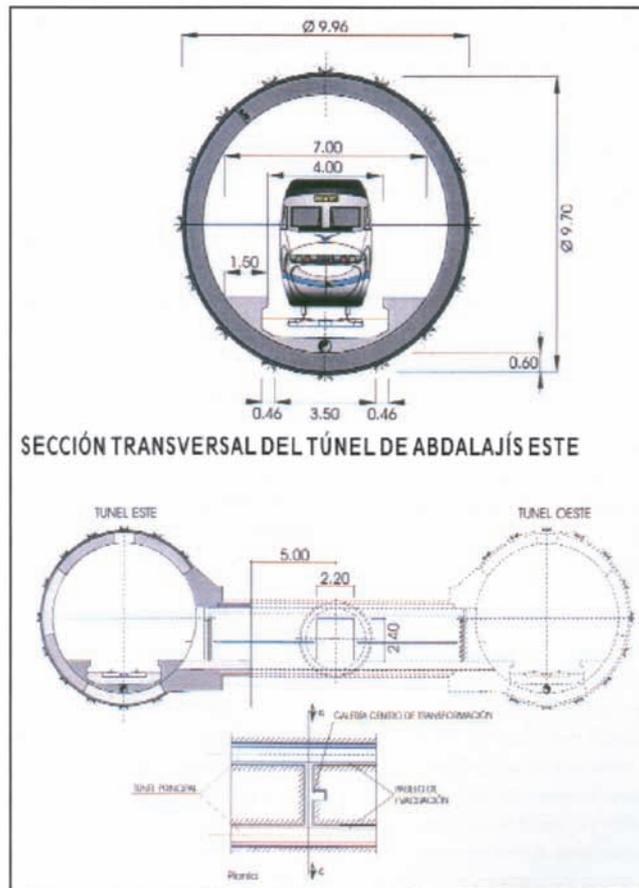
Following the North-South route, the tunnel traverses the Alpujárride, Maláguide and Penibético complexes belonging to the Internal and External Units of the Cordillera Bética. In turn, the excavation and operation of the tunnel will be affected by aquifer units of the Sierra de Huma and Sierra del Valle de Abdalajís. In order to evaluate the effect of excavating the tunnels, on the aquifers, monitoring is being carried out by means of executing three hydrogeological boreholes for piezometric control and gauging of various upwellings.

The construction of the two tubes implies a total excavation length of 14,000 m of tunnel of circular cross-section and interior free diameter of 8.80 m, with a cross-section of 51.4 m<sup>2</sup> for each tube (Figure 1). The distance between centre-lines varies from a minimum of 19.6 m in the North mouth up to a maximum of almost 50 m in the middle of the route through the tunnel, these variations being due to adaptation to transitions in the alignment.

Figure 3 shows the alignment in plain view of the section Gobantes - Exit of the Abdalajís Tunnel which main characteristics are as follows:

- Total length of section: 8,970 m,
- Length of east tube: 7,070 m
- Length of west tube: 7,053 m
- Minimum radius in lot plan: 6,900 m
- Maximum gradient of the section: 24.02 mm/m
- Maximum gradient of the tunnel: 16.02 mm/m (descending direction Málaga)
- Minimum parameter of vertical transitions Kv: 50,000

Fig. 1. Esquema de la sección del túnel.  
Fig. 1. Diagram of the cross-section of the tunnel.



**Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga**  
**Abdalajís tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line**



**Foto 1. Vista general del emboquille sur del Túnel de Abdalajís. Pantalla de pilotes anclada/ Photo 1. General view of the south entrance of the Abdalajís Tunnel. Anchored pile screen.**



**Foto 2. Estructura de reacción para iniciar la excavación del túnel. Photo 2. Reaction structure for starting the excavation of the tunnel.**

La solución de proyecto para el sostenimiento del portal Sur, consistente en bulones, mallazo y gunita, hubo de modificarse visto el comportamiento de los materiales del macizo. Estudiados éstos con sondeos verticales y horizontales, se definió una pantalla de pilotes anclada (Foto 1) compuesta por 113 pilotes de diámetro 800 mm y separación entre ejes de 1 m. La longitud de los pilotes es de 20 m, con un empotramiento de 5 m. Se dispusieron 5 filas de anclajes con longitudes superiores a 20 m. También se construyó una red de drenes californianos de diferente longitud con el fin de drenar el terreno del trasdós de la pantalla y evitar en lo posible el empuje del agua sobre ella. Este muro se auscultó topográficamente de forma periódica con el fin de comprobar su estabilidad.

Con el fin de conseguir un terreno con suficiente capacidad portante para poder usar los grippers lo antes posible, antes de comenzar la excavación con las tuneladoras, se construyeron dos túneles por el método tradicional. El diámetro de dichos túneles es prácticamente el de la máquina y sus longitudes, 28 m en la boca oeste y de 38 m en la boca este. Se inició su excavación al amparo de un paraguas de micropilotes de 30 m de longitud por boca y el sostenimiento consistió en una combinación de cerchas, chapas Bernold y hormigón proyectado. Se construyó la solera con la misma forma que el trasdós de la dovela base con el fin de poder deslizar la TBM sobre ella.

El montaje de las máquinas se hizo en la explanada de la boca sur en unas camas habilitadas para ello al inicio del emboquille respectivo y se introdujeron ya montadas dentro del mismo empujando con los cilindros auxiliares inferiores contra las dovelas-base. Una vez introducida la máquina se utilizó una estructura de reacción auxiliar situada en el exterior del emboquille para avanzar hasta el frente colocando anillos en modo de escudo simple (Foto 2).

El sostenimiento/revestimiento del túnel consiste en anillos formados por siete dovelas prefabricadas de hormigón

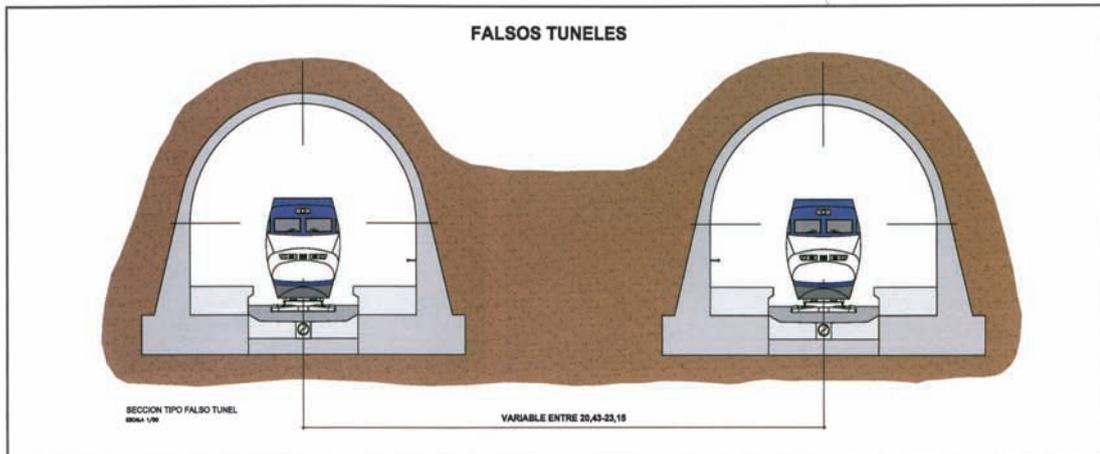
The design solution for the support of the South portal, consisting of anchorages, mesh and shotcrete, had to be modified due to the behaviour of the bedrock materials. Having studied these with vertical and horizontal boreholes, a screen of anchored piles was constructed (Photo 1) composing of 113 piles of diameter 800 mm and separation between axes of 1 m. The length of the piles is 20 m, with embedding of 5 m. Five rows of anchors were arranged with lengths greater than 20 m. A series of Californian drains of different lengths was also constructed with the aim of draining the ground behind the screen and preventing the thrust of water on it. This wall is topographically auscultated in order to check its stability.

In order to achieve a ground with sufficient bearing capacity for the grippers to be used as soon as possible, the two tunnels were constructed by the traditional method before starting excavation with the TBMs. The diameter of those tunnels was practically that of the machine. Its lengths were 28 m at the west entrance and 38 m at the east entrance. The excavation was started under a cover of a pile cap of 30 m in length (one at each entrance) and the support consisted of a combination of trusses, Bernold plates and shotcrete. The basement was constructed in the same way as the rear of the base segment in order to be able to slide the TBM over it.

The assembly of the machines was done at the south site over the basement fitted out for this at the beginning of each entrance, and were introduced into it, already assembled, by means of pushing with the lower auxiliary cylinders against the base segments. Once the machine had been introduced, an auxiliary reaction structure located outside the mouth was used to move the machine forward to the front face, with rings being positioned by way of a single shield (Photo 2).

The support/lining of the tunnel consists of rings formed from seven prefabricated segments of reinforced concrete of 45 cm thick with a width of 1.5 m. Different sections of lining have been designed, varying the quantity of reinforcement

Fig. 2.  
Sección de los  
falsos túneles  
del Túnel de  
Abdalajis.  
Fig. 2.  
Section of cut  
and cover of  
the Abdalajis  
Tunnel.



armado de 45 cm de espesor y 1,5 m de ancho. Se han proyectado diferentes secciones de revestimiento variando la cantidad de armadura y resistencia del hormigón según las condiciones impuestas por el terreno atravesado a lo largo del trazado.

Durante la explotación, ambos túneles estarán unidos por galerías transversales de seguridad cada 350 m, lo que permitirá la evacuación de un túnel a otro en caso de emergencia o avería dentro de uno de ellos. En estas galerías se alojarán los tres centros de transformación que permitirán el abastecimiento de energía eléctrica durante la explotación de la línea. En fase de construcción y por motivos de seguridad para propiciar la evacuación de un túnel en caso de incidente durante los trabajos de excavación, se ejecutará una de cada tres de estas galerías, de modo que exista siempre una galería a menos de 1000 m del frente de excavación.

A la salida en ambos emboquilles, los túneles se prolongan en falso túnel con una ligera pendiente hacia el exterior. La sección es en herradura (Figura 2), compuesta por una circunferencia de 4,53 m de radio interior, desde la clave hasta los hastiales, continuando en línea recta tangente a la circunferencia descrita. El espesor del tramo curvo es constante e igual a 40 cm. Las dos paredes laterales rectas presentan un canto variable, de 40 cm hasta 150 cm. La altura de la sección desde las zapatas es de 8 metros. La estructura de los falsos túneles es de hormigón armado de resistencia característica igual a 35 MPa. Las longitudes de los falsos túneles son:

- Boca Norte: Este de 180,33 m y Oeste de 188,66 m.
- Boca Sur: Este de 69,78 m y Oeste de 70,83 m.

La construcción total de cada tubo se finaliza con la formación de los andenes, el drenaje y las instalaciones ferroviarias. Estos andenes de 1,5 m de ancho, formados por hormigón en masa, alojan en su interior las conducciones para la posterior instalación de las líneas de comunicación, control y telemando.

and strength of the concrete depending on the conditions imposed by the ground being traversed along the course of the route.

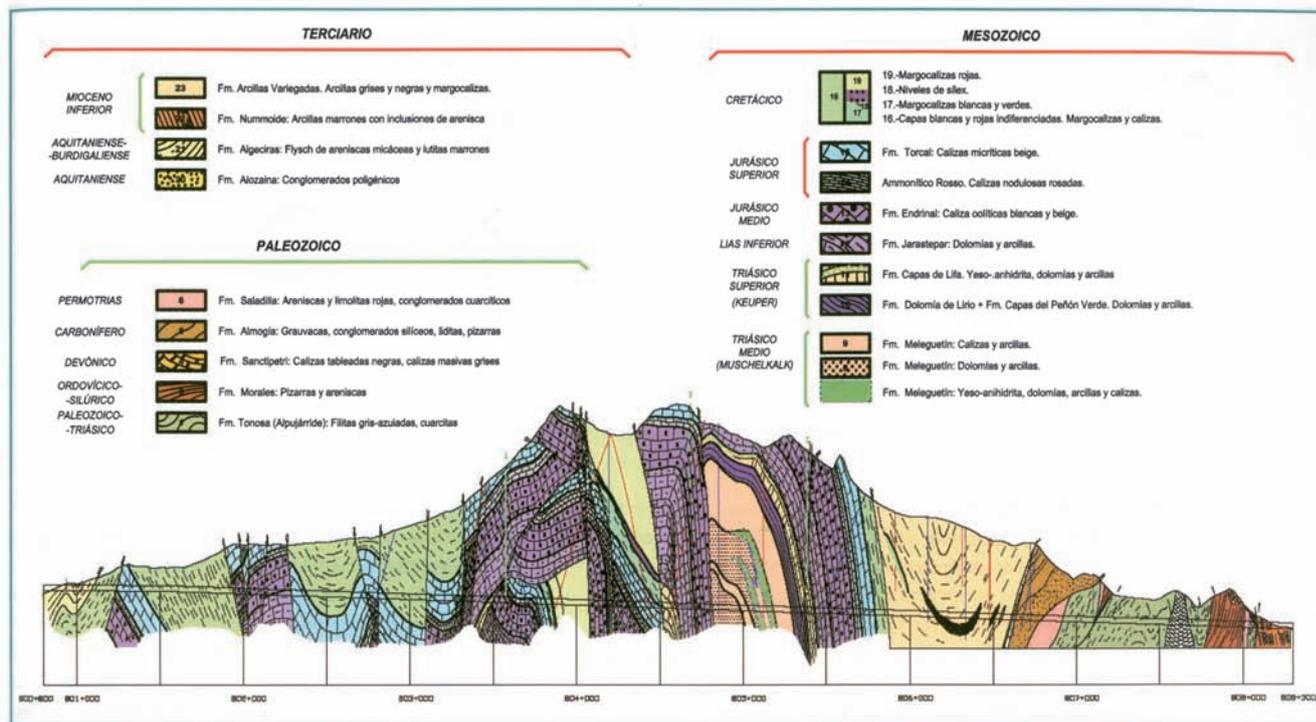
Once in operation, the two tunnels are going to be joined by transverse safety galleries every 350 m, which will permit evacuation from one tunnel to the other in case of an emergency or breakdown inside one of them. These galleries are going to house three transformer centres permitting the supply of electricity during the operation of the line. During the construction phase, and for safety reasons in order to facilitate the evacuation of one of the tunnels in case of an incident during the excavation work, one out of three of these galleries will be executed so that there is always one gallery at less than 1000 m from the excavation face.

False tunnels extend both tunnel exits with a slight slope towards the outside. The cross-section is in the form of a horseshoe (Figure 2), consisting of a circumference with an internal radius of 4.53 m from the keystone to the walls, and then continues in a straight line tangential to the described circumference. The thickness of the curved section is constant and equal to 40 cm. The two straight sidewalls have a variable edge, from 40 cm up to 150 cm. The height of the cross-section from the foundation is 8 meters. The false tunnels' structure consists of reinforced concrete of characteristic strength equal to 35 MPa. The lengths of the false tunnels are:

- North Exit: East length 180.33 m and West length 188.66 m.
- South Entrance: East length 69.78 m and West length 70.83 m.

The total construction of each tube ends with the creation of the platforms, drainage and rail facilities. These walkways are 1.5 m wide, made of concrete; house in their interior the ducts for later installation of communication, control and telecommand lines.

**Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga**  
**Abdalajís tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line**



### Encuadre Geológico

El túnel de Abdalajís se sitúa en la Cordillera Bética, al Sur de la Península Ibérica, a aproximadamente 20 Km de Antequera, dentro de los Términos Municipales de Antequera y Álora (Málaga).

El trazado (Figura 3), que sigue aproximadamente una orientación Norte-Sur, discurre por los parajes de Sierra Llana, Sierra del Valle de Abdalajís, Sierra de Huma y Barrio de las Angosturas. Dada la complejidad del perfil geológico a atravesar, se decidió la realización de una campaña complementaria de los sondeos de proyecto compuesta por 9 nuevos sondeos de hasta 600 m de longitud, con el fin de completar la definición de algunos tramos y la localización de algunos contactos de falla. El objetivo fue tener al menos un sondeo de reconocimiento cada 500 m de trazado, aproximadamente.

Geológicamente, la Cordillera Bética se divide en Unidades Internas y Externas, que a su vez se subdividen en los Complejos Alpujárride y Maláguide (Unidades Internas) de edad paleozoica, y el Penibético (perteneciente a las Unidades Externas), del Mesozoico.

En esta región los materiales que componen los Complejos Alpujárride y Maláguide son de tipo metamórfico muy replegados y tectonicados, de litologías variadas, como filitas, pizarras, areniscas, liditas y conglomerados. Las Unidades Externas están formadas por materiales de

**Fig. 3. Perfil geológico del tramo Gobantes-Salida del Túnel de Abdalajís**  
**Fig. 3. Geological profile of the section Gobantes - Exit of the Abdalajís Tunnel.**

### Geological Setting

The Abdalajís tunnel is located in the mountain range known as the Cordillera Bética in the south of the Iberian Peninsula, approximately 20 km from Antequera, within the municipal districts of Antequera and Álora (Málaga).

The route (Figure 3), which follows an approximately north-south orientation, runs through the regions of Sierra Llana, Sierra del Valle de Abdalajís, Sierra de Huma and Barrio de las Angosturas. Given the complexity of the geological profile to be traversed, the decision to conduct a complementary campaign of design borings consisting of nine new borings of up to 600 m in length, in order to complete the definition of some sections and the location of some fault contacts, was made. The objective was to have a boring at least every 500 m.

Geologically, the Cordillera Bética is divided into Internal and External Units, which are in turn subdivided into the Alpujárride and Maláguide Complexes (Internal Units) from the Paleozoic era and the Penibético (belonging to the External Units) from the Mesozoic.

In this region, the Alpujárride and Maláguide Complexes are composed of highly folded and tectonicized metamorphic material, of varying lithologies, such as phyllites, slates, sandstones, lydites and conglomerates. The External Units are formed from materials of a calcareous nature: limestones, dolomites and marls, mixed with clay layers, gypsum and anhydrite.

Tabla 1

TRAMO	TIPO DOVELA	PK's*		GEOLOGÍA
		INICIO	FIN	
1	A	801+079	803+250	Areniscas y lutitas miocenas, y las calizas, dolomías y margas del Cretácico y Jurásico
2	C	803+250	804+530	Calizas, dolomías y margas del Cretácico y Jurásico, bastante fisuradas
3	H	804+530	805+460	Materiales del Triásico Medio y Superior, formados por calizas, dolomías y margas, con niveles de yeso y anhidrita intercalados
4	B	805+460	806+640	Materiales calcáreos, dolomíticos y margosos del Cretácico y Jurásico, y las arcillas con niveles de calcarenitas del Mioceno Inferior
5	A	806+640	808+130	Materiales de los complejos Paleozoicos

\*Pk's fijados tras la campaña complementaria realizada antes del inicio de los trabajos de excavación.

naturaleza calcárea: calizas, dolomías y margas, con niveles arcillosos, yesíferos y anhidríticos intercalados.

Tanto en el contacto entre las Unidades Internas y Externas como hacia el final del tramo, se presentan materiales miocenos, de naturaleza turbidítica, y de composición arcillo-margosa con niveles de areniscas intercalados.

La estructura de la zona es la de una sucesión de escamas cabalgantes, de directrices tectónicas Norte-Sur, y orientación subvertical de las capas. Estas escamas cabalgan unas sobre otras a favor de planos de debilidad reconocidos tanto en superficie como en profundidad.

En la región se han definido varias unidades de acuíferos, de las cuales el de la Sierra de Huma y el de la Sierra del Valle de Abdalajís, son los que pueden tener mayor afección por la excavación del túnel.

Se trata de acuíferos de naturaleza calcárea estructurados en diferentes escamas, cuya permeabilidad se debe a la fisu-

*In both the contact between the Internal and External Units and towards the end of the section, Miocene materials of a turbid nature and clayey-marly composition put in with sandstones layers are to be found.*

*The structure of the zone is that of a succession of overlapping nappes, of north-south tectonic directrices, and subvertical orientation of the layers. These nappes overlap others in favour of planes of weakness that can be identified both on the surface and at depth.*

*Various aquifer units have been defined in the region, those of which the Sierra de Huma and of the Sierra del Valle de Abdalajís could be most affected by the excavation of the tunnel.*

*These aquifers are of a calcareous nature structured into different nappes, whose permeability is due to fissuring and to the high degree of karstification of the material. The connection between the different nappes is not assumed to be effective, owing to lithological and structural aspects, a fact which is verified*

Table 1

SECTION	SEGMENT	KP's*		GEOLOGY
		START	END	
1	A	801+079	803+250	Sandstones and Miocene shales, and limestones, dolomites and marls from the Cretaceous and Jurassic
2	C	803+250	804+530	Limestones, dolomites and marls from the Cretaceous and Jurassic, fairly fissured
3	H	804+530	805+460	Materials from the Middle and Upper Triassic, formed from limestones, dolomites and marls, with layers of gypsum and anhydrite
4	B	805+460	806+640	Limestone, dolomite and marly materials from the Cretaceous and Jurassic, and clays with layers of calcarenites from the Lower Miocene
5	A	806+640	808+130	Materials from Palaeozoic complexes

\*KP's determined following the complementary campaign conducted prior to start of excavation works.

**Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga**  
**Abdalajís tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line**



**Foto 3: Tuneladora del túnel Oeste en la factoría.**  
**Photo 3. TBM for the West tunnel in the factory.**



**Foto 3 bis. Tuneladora del túnel Este una vez finalizado su montaje en obra/Photo 3bis. TBM for the East tunnel assembled on site.**

ración y a la gran carstificación del material. La conexión entre las diferentes escamas no se supone efectiva, debido a aspectos litológicos y estructurales, verificado este hecho por los ensayos y mediciones de los distintos sondeos realizados a lo largo del trazado. Aún así, se han medido importantes columnas de agua en los sondeos hacia la mitad del túnel.

Como ya se ha dicho, el sostenimiento/revestimiento consiste en anillos de 45 cm de espesor prefabricados con una mezcla de hormigón armado con redondo estructural, de acuerdo con la Instrucción española vigente, más una adición de fibras de acero para mejorar la resistencia a tracción en las esquinas y bordes, en los tramos en que se han de soportar los empujes máximos. Para adaptarse tanto a la complejidad estructural como a la variedad litológica, se ha dividido el túnel en cinco tramos correspondientes a diferentes secciones tipo, en las que se emplearán los diferentes tipos de dovela. En la tabla 1 se muestra la distribución prevista para estas secciones tipo y la descripción de los distintos tramos en el perfil Geológico-Geotécnico:

Cabe destacar la necesidad de emplear cemento sulfato-resistente en los anillos de las secciones tipo C y H.

### 3. Descripción de la tuneladora

Para la ejecución del Túnel de Abdalajís se están utilizando dos máquinas tuneladoras de roca idénticas, del tipo doble escudo, una por tubo, diseño de MHI-ROBBINS (Mitsubishi Heavy Industries Ltd.-The ROBBINS Company), y fabricadas en las instalaciones de la empresa asturiana Duro Felguera, S.A. Estas máquinas están especialmente indicadas para construir túneles de gran longitud en los que se prevé que la excavación atraviese terrenos de muy distinta naturaleza, como es el caso del túnel de Abdalajís. Realizan tanto la perforación como el sostenimiento de la excavación y el revestimiento definitivo del túnel, simultaneando ambas la-

by the tests and measurements made by the different boreholes over the course of the route. Even so, important columns of water have been measured in the boreholes towards the middle of the tunnel.

As already stated, the support/lining consists of rings of thickness of 45 cm prefabricated with a mixture of reinforced concrete with structural steel, in accordance with the Spanish Instruction, plus an addition of steel fibres in order to improve the tensile strength in the corners and edges, in sections where the maximum thrusts have to be borne. In order to be adapted to both the structural complexity and to the lithological variety, the tunnel has been divided into five sections corresponding to different standard cross-sections, in which the different types of segments are going to be used. The following table 1 shows the expected distribution for these standard cross-sections and the description of the different sections in the Geological-Geotechnical profile.

It is possible to emphasize the use of sulpho-resistant cement in rings of sections type C and H.

### 3. Description of the Tunnel Boring Machine

For the execution of the Abdalajís Tunnel, two identical rock Tunnel Boring Machines are being used, double shield type, one for each tube, MHI-ROBBINS design (Mitsubishi Heavy Industries Ltd.-The ROBBINS Company), and manufactured in the installations of a company in Asturias, Duro Felguera, S.A. These machines are especially suitable for constructing long tunnels in which the excavation is expected to traverse ground of very different nature, as in the case of the Abdalajís tunnel. They perform both the drilling and support of the excavation and the final lining of the tunnel, combining both tasks simultaneously when operating in the double shield mode, which is based on two shields working together joined by means of hydraulic jacks permitting telescopic movement between them.

J.M. de la Fuente, J.A. Gil Gandía, N. Alonso Fernández



Foto 4. Cabeza de corte de la TBM del túnel Este desde el interior del emboquille.  
Photo 4. Cutting head of the TBM for the East tunnel from inside the entrance.



Foto 4 bis. Cabeza de corte de la TBM del túnel Oeste/Photo 4 bis. Cutting head of the TBM for the West tunnel before being assembled on site.

bores cuando operan en el modo doble escudo, que se basa en el trabajo de dos escudos unidos mediante gatos hidráulicos que permiten el movimiento telescópico entre ellos.

Las tuneladoras de los túneles de Abdalajís se componen de las siguientes partes principales:

- La cabeza de corte de 10 m de diámetro, accionada mediante 14 motores eléctricos con una potencia total instalada de 5 MW que mediante variadores de frecuencia permiten el control de los parámetros de giro y par. En la rueda de corte están ubicados 69 cortadores de disco de 17" recambiables desde el interior (Foto 5), 64 en la parte frontal de la cabeza siguiendo la forma de una espiral y 5 ubicados en el perímetro de la misma que permiten la sobre-excavación de la sección de avance. Cada cortador puede soportar un empuje máximo de 27 t.
- El escudo principal o delantero, de 9.930 mm de diámetro, en cuya parte superior se alojan los grippers auxiliares o estabilizadores, escudo que soporta la cabeza de corte y su accionamiento, siendo este conjunto la parte móvil de la máquina durante su funcionamiento como doble escudo.
- El escudo telescópico, de 9.830 mm de diámetro, que permite el movimiento relativo entre los escudos, posibilitando el trabajo como doble escudo.
- El escudo de grippers o trasero, de 9.830 mm de diámetro, donde se alojan las zapatillas, que sirven para fijar

The TBMs of the Abdalajís tunnels consist of the following main parts:

- The cutting head with a diameter of 10 m, driven by means of 14 electric motors with a total installed power of 5 MW which, by means of frequency variations, permit control of the rotation and torque parameters. The cutting wheel contains 69 disc cutters of 17" replaceable from inside (Photo 5), 64 in the front part of the head arranged in a spiral and five located around the perimeter, permitting over-excavation of the advance section. Each cutter can withstand a maximum thrust of 27 t.
- The main or front shield, with a diameter of 9,930 mm, the upper part of which houses the auxiliary grippers or stabilisers, shield which supports the cutting head and its drive, this unit being the mobile part of the machine while it is working as a double shield.
- The telescopic shield, with a diameter of 9,830 mm, permitting relative movement between the shields, making it possible for the machine to work as a double shield.
- The grippers or rear shield, of diameter 9,830 mm, where the grippers are housed, which anchor the TBM against the ground, and the auxiliary cylinders, along with the segment erector which is provided with a vacuum system to pick up the segments.
- The main thrust consisting of 16 cylinders, which join the two shields, providing a maximum thrust of 17,088 KN with a maximum advance of 120 mm/m.

**Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga**  
**Abdalajís tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line**

la TBM contra el terreno, y los cilindros auxiliares, así como el erector de dovelas que dispone un sistema de agarre de dovelas de ventosas de vacío.

- El empuje principal compuesto por 16 cilindros, que unen ambos escudos, proporcionando un empuje máximo de 17.088 kN con un avance máximo de 120 mm/m.

- El empuje auxiliar compuesto por 27 cilindros, situados en el escudo trasero, capaz de dar un empuje auxiliar ordinario de 117.000 kN y un empuje auxiliar excepcional de 152.500 kN, con un avance máximo de 100 mm/m.

Además de estos componentes, las tuneladoras están provistas de una serie de elementos e instalaciones auxiliares como:

- Sondas de perforación de sondeos de reconocimientos inclinados y horizontales.
- Sistema para la ejecución de paraguas de micropilotes en avance en caso de que la calidad del terreno a excavar así lo requiera. Los paraguas pueden ejecutarse a través del escudo trasero con una inclinación de 18° y a través del delantero con una inclinación de 7°.
- Elementos de inyección de agua y espumas en el frente de excavación.
- Sistema de detección de gases compuesto por varios detectores distribuidos entre la TBM y el back-up. El sistema permite la parada automática de la máquina cuando se alcanzan los límites de concentración de gases previamente establecidos.

Unido a la tuneladora se encuentra el back-up, compuesto por una serie de plataformas ensambladas entre sí, que se desplazan arrastradas por la máquina sobre la dovela base. El back-up alberga todas las instalaciones auxiliares necesarias para el funcionamiento de la tuneladora que son:

- La cabina de mandos.
- Los transformadores eléctricos, los armarios de conexión y bobinas de cables.
- Los sistemas de ventilación, impulsión y extracción de aire.
- Los sistemas de relleno del trasdós de los anillos con gravilla y mortero de cemento; que incluyen depósitos y equipos de impulsión hidráulica de grava e inyección de mortero, lechada, bentonita y polímeros, etc.
- Las instalaciones de transporte del material excavado desde el frente de trabajo al exterior mediante cinta transportadora de 1,2 m de ancho, capaz de transportar 1500 t/h, a una velocidad máxima de 3,2 m/s.
- Las instalaciones de enfermería, comedor y WC.



**Foto 5. Detalle de un cortador de disco de la cabeza de corte.**  
**Photo 5. Detail of a disc cutter of the cutting head.**

- The auxiliary thrust consisting of 27 cylinders, located in the rear shield, capable of providing an ordinary auxiliary thrust of 117,000 kN and an exceptional auxiliary thrust of 152,500 kN, with a maximum advance of 100 mm/m.

In addition to these components, the TBMs are also provided with several auxiliary elements and installations such as:

- Angled and horizontal advance probes.
- System to build a pile cap in advance in case the ground quality requires it. There are two possibilities to make it: one via the rear shield with an inclination of 18° and another via the front one with an inclination of 7°.
- Elements water and foam injection at the excavation face.
- Gas detection system consisting of various sensors distributed along the TBM and the back-up. The system permits automatic stoppage of the machine when the previously established limits of gas concentration are reached.

Joined to the TBM is the back-up, consisting in several platforms assembled together, which are displaced, dragged along by the machine on the base segment. The back-up houses all the auxiliary facilities for the TBM, these being:

- The control cabin.
- The electrical transformers, connection boxes and cable reels.
- The ventilation and air impulse and extraction systems.
- The systems for filling the gap of the rings with fine gravel and cement mortar; including storage tanks and hydraulic impulse equipment for gravel and injection of mortar, grout, bentonite and polymers, etc.
- Facilities for transporting the excavated material from the work face to the outside by means of a conveyor belt of width 1.2 m, capable of transporting 1500 t/h, at a maximum speed of 3.2 m/s.
- Sick-bay, canteen and WC facilities.

La longitud total del conjunto escudo-back-up supera los 110 m.

El resumen de las principales características de las tuneladoras utilizadas en la construcción de los túneles de Abdalajís se recoge en la tabla 2.

The total length of the shield/back-up unit exceeds 110 m.

The summary of the main characteristics of the tunnellers used in the construction of the Abdalajís tunnels is contained in the following table 2.

Tabla 2

<b>Datos generales</b>	
Marca y Modelo	MHI-Robbins Serie 320 tipo doble escudo para roca dura
Potencia total instalada (Kw)	6.400
Diámetro (m)	10,00
Longitud de la TBM (m)	11,89
Peso del escudo (t)	1.300
<b>Accionamiento</b>	
Accionamiento de la cabeza corte y Nº de motores	Eléctrico mediante 14 motores de frecuencia variable
Empuje máximo soportado por el rodamiento (KN)	197.200 (Carga estática axial)
Vida útil del rodamiento (h)	15.000
Velocidad máxima de los motores (rpm)	2.065
Par motor a la máxima velocidad (KNm)	1.620 kNm
<b>Rueda de Corte</b>	
Herramientas de corte	64 Cortadores de disco + 5 cortadores adicionales para sobre-corte, todos de 17" de diámetro
Velocidad de rotación (rpm)	0-6
Par máximo	28.000 kNm
Potencia Instalada en la cabeza de corte	4.900 kw (14x350)
<b>Escudos</b>	
Numero de escudos	3
Diámetro escudo delantero (mm)	9.930
Diámetro escudo telescópico (mm)	9.830
Diámetro escudo de cola (mm)	9.830
<b>Empuje principal</b>	
Empuje máximo recomendado en la cabeza de corte funcionando (kN)	17.088 (64x267)
Nº de cilindros	16
Velocidad de extensión de propulsión máxima (mm/min.)	120
<b>Empuje Auxiliar</b>	
Nº de cilindros	27
Empuje Auxiliar Total (kN)	117.000
Empuje Auxiliar excepcional (kN)	152.500
Velocidad máxima de extensión con todos los cilindros (m/min.)	100
<b>Grippers</b>	
Presión de anclaje (Mpa)	3,3
<b>Cinta transportadora de escombros</b>	
Anchura (m)	1,2
Capacidad (t/h)	1.500
Velocidad máxima (m/s)	3,2

**Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga**  
**Abdalajis tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line**

### 3. El Funcionamiento de la tuneladora

El funcionamiento de una tuneladora doble escudo permite realizar la excavación y el sostenimiento del túnel al abrigo de un escudo o coraza de acero de forma cilíndrica.

### 3. TBM operation

The operation of a double shield TBM enables the excavation and support of the tunnel to be carried out protected by a cylindrical shaped steel shield or covering.

**Table 2**

<b>General data</b>	
Brand and Model	MHI-Robbins Series 320 double shield type for hard rock
Total installed power (kW)	6,400
Diameter (m)	10.00
Length of the TBM (m)	11.89
Weight of the shield (t)	1,300
<b>Drive</b>	
Drive of the cutting head and N° of motors	Electric by means of 14 variable frequency motors
Maximum thrust borne by the bearing (kN)	197,200 (axial static load)
Useful life of the bearing (h)	15,000
Maximum speed of the motors (rpm)	2,065
Motor torque at max. speed (kNm)	1,620 kNm
<b>Cutting Wheel</b>	
Cutting tools	64 disc cutters + 5 additional cutters for over-cut, all of diameter 17"
Speed of rotation (rpm)	0-6
Maximum torque	28,000 kNm
Installed power in the cutting head	4,900 kW (14x350)
<b>Shields</b>	
Number of shields	3
Diameter of front shield (mm)	9,930
Diameter of telescopic shield (mm)	9,830
Diameter of tail shield (mm)	9,830
<b>Main thrust</b>	
Max. Recommended operating cutter head thrust (kN)	17,088 (64x267)
N° of cylinders	16
Maximum speed extension (mm/min.)	120
<b>Auxiliary Thrust</b>	
N° of cylinders	27
Total Auxiliary Thrust (kN)	117,000
Exceptional Auxiliary Thrust (kN)	152,500
Maximum speed extension with all cylinders (m/min.)	100
<b>Grippers</b>	
Anchoring pressure (Mpa)	3.3
<b>Conveyor belt for rubble</b>	
Width (m)	1.2
Capacity (t/h)	1,500
Maximum speed (m/s)	3.2

Esta coraza sirve de sostenimiento provisional del terreno hasta la colocación del revestimiento definitivo a base de anillos de dovelas de hormigón prefabricadas. Este sistema proporciona un elevado grado de seguridad para el personal que ha de trabajar en el frente de excavación ante posibles desprendimientos del terreno.

Las tuneladoras de Abdalajís montan 64 cortadores de disco de 17" ubicados sobre la rueda de corte y dispuestos sobre la misma en forma de espiral y 5 cortadores de sobrecorte ubicados en el perímetro. El empuje máximo por cortador es de unas 27 toneladas. Las huellas o surcos de excavación circulares están espaciados 8 cm entre sí.

La retirada del escombros producido se realiza a través de los cangilones situados en la periferia de la rueda de corte, que recogen el material y, por gravedad, lo descargan sobre la cinta de transporte cuyo inicio se sitúa en el eje de la rueda de corte.

Para facilitar la evacuación del material excavado y evitar la colmatación de los orificios de entrada de material de la cabeza de corte, se puede inyectar a través de los orificios de la cabeza especialmente dispuestos para ello, agua o espumas, dependiendo del tipo de material de que se trate.

Cuando los terrenos atravesados son capaces de resistir la presión que transmiten los grippers, la máquina trabaja como *doble escudo* y puede *simultanear la excavación, con el montaje de los anillos de dovelas en el escudo trasero*.

Al mismo tiempo que los cilindros de empuje principal impulsan hacia adelante el escudo de cabeza y la rueda de corte realiza la excavación, en el escudo trasero se procede al montaje de un nuevo anillo de sostenimiento al abrigo del mismo. Al poder simultanear las tareas de excavación y sostenimiento, se consiguen elevados rendimientos de avance, pues sólo se detiene momentáneamente cuando se ha excavado 1,5 m para realizar el avance el escudo trasero (regripping).

En la operación del regripping los grippers son retraídos al interior del escudo de cola y el escudo principal se ancla al terreno mediante los grippers auxiliares, mientras que con los cilindros auxiliares de empuje apoyándose en el último anillo colocado se impulsa el escudo trasero hacia delante, arrastrando con él al back-up. Finalizado este desplazamiento, los grippers son extraídos nuevamente del escudo trasero para anclar la máquina contra el terreno e iniciar un nuevo ciclo de excavación y colocación de dovelas. La operación de regripping es especialmente delicada ya que se ha de combinar perfectamente la retracción de los cilindros principales con la extensión de los cilindros auxiliares con el fin de no dañar ni mover el anillo recién colocado.

Para que la operación de regripping no se vea entorpecida por la acumulación de material suelto entre escudos, en el diseño de estas máquinas se adoptó para el escudo delantero un diámetro 100 mm superior al del teles-

*This covering acts as a provisional support for the ground until the final lining (segment rings) is positioned. This system provides a high degree of safety for the personnel who have to work at the excavation face with regard to possible overbreaks of the ground.*

*The Abdalajís TBMS are fitted with 64 disc cutters of 17" in size located on the cutting wheel and arranged spirally around it, plus five over-cut cutters located around the perimeter. The maximum thrust per cutter is around 27 tons. The distance between two circular tracks is 8 cm.*

*The withdrawal of the spoil is done by means of the buckets located around the periphery of the cutting wheel, which gather the material and offload it by means of gravity onto the conveyor belt, which starts at the axis of the cutting wheel.*

*In order to facilitate the evacuation of the excavated material and prevent the blocking of holes for the entrance of material from the cutting head, water or foam, depending on the type of material under consideration, can be injected through the openings of the head specially provided for this.*

*When the ground being traversed is able to withstand the pressure transmitted by the grippers, the machine works as a double shield and it can carry out excavation simultaneously with the assembly of the segment rings in the rear shield.*

*As the main thrust cylinders push the front shield forward, and the cutting wheel carries out the excavation, in the rear shield a new support ring is being fitted under the protection of that shield at the same time. Since the excavation and support tasks can be performed simultaneously, high advance outputs can be achieved since the machine only stops momentarily when it has excavated 1.5 m in order to carry out the advance of the rear shield (regripping).*

*During the regripping operation the grippers are withdrawn inside the tail shield and the main shield is anchored to the ground by means of auxiliary grippers, while, with the auxiliary thrust cylinders being supported on the last ring that was positioned, the rear shield is driven forward, pulling the back-up along with it. Once this displacement is complete, the grippers are extracted from the rear shield again in order to anchor the machine to the ground and start a new cycle of excavation and positioning of segments. The regripping operation is especially delicate since the retraction of the main cylinders has to be combined perfectly with the extension of the auxiliary cylinders so not to damage or move the newly placed ring.*

*In order to avoid the accumulation of material between the shields during regripping operation, a diameter was adopted for the front shield of 100 mm greater than that of the telescopic and rear shield, in the design of these*

cópico y del trasero. De esta forma, durante el regripping el escudo telescópico penetra en el delantero, haciendo éste último un barrido del material acumulado entre escudos, que es desplazando hacia atrás de la TBM sin interferir en la operación.

Si el terreno es más débil y no es capaz de resistir la presión ejercida por los grippers, la máquina debe funcionar entonces en modo de escudo simple y no es posible simultanear la excavación con el montaje del anillo de dovelas.

Entonces la reacción necesaria para que el empuje pueda transmitirse a la cabeza de corte se consigue mediante el apoyo de los cilindros auxiliares sobre el último anillo colocado. La reacción se transmite así de unos anillos a otros y de éstos, por rozamiento y bastante atenuada, al terreno.

El empuje auxiliar alcanza 12.000 toneladas gracias a los 27 cilindros auxiliares ubicados en la parte posterior del escudo de cola, pudiendo llegar, en casos excepcionales, hasta 15.000 toneladas. La velocidad máxima de avance es de 100 mm/min.

Estas máquinas permiten que, en modo de escudo simple, se realice el empuje con los hidráulicos principales o con los auxiliares, manteniendo fijos los que no se usan.

Para alcanzar los rendimientos deseados y aprovechar la máquina al máximo de sus capacidades, es necesario trabajar el mayor tiempo posible en modo de doble escudo.

Las máquinas son abastecidas mediante trenes que circulan por la vía simple provisional que se va montando desde el propio back-up según avanza. Dichos trenes se utilizan para el abastecimiento de dovelas, materiales de relleno del trasdós de los anillos y demás materiales, y para el transporte del personal. Como el túnel no tiene una longitud excesiva, sólo se monta vía simple, colocando apartaderos en varios puntos del interior para permitir el cruce de trenes, una vez rebasada una longitud mínima.

El escombros proveniente de la excavación es evacuado mediante una cinta transportadora de 1,2 m de ancho, capaz de transportar 1500 t/h a una velocidad máxima de 3,2 m/s. Cada túnel dispone de su propia cinta transportadora que extrae el material hasta la boca del túnel donde es vertido sobre una cinta transversal, común para ambos túneles, que lo conduce a un vertedero único.

En caso de avería de la cinta transversal, con el fin de no tener que detener la excavación de los túneles, existe para cada túnel la posibilidad de usar una cinta-bypass que deposita el material en una zona de vertido de la explanada, de donde se carga en camiones y se transporta al vertedero.

### Revestimiento

Una vez excavada la sección del túnel, se coloca el revestimiento de anillos prefabricados formados por 7 dovelas

*machines. This way, during regripping the telescopic shield penetrates into the front one, so that the latter sweeps the material accumulated between the shields, and is then displaced towards the rear of the TBM without interfering in the operation.*

*If the ground is weaker and not able to take the pressure exerted by the grippers, the machine then has to work as a single shield and it is not possible to carry out excavation simultaneously with the fitting of the segment ring.*

*In that case, for the thrust to be transmitted to the cutting head, the necessary reaction is achieved by means of the support of the auxiliary cylinders on the last ring placed. The reaction is thereby transmitted from one ring to another and, by means of friction and fairly attenuation, from that ring to the ground.*

*The auxiliary thrust reaches 12,000 tons due to the 27 auxiliary cylinders located in the rear part of the tail shield, and in exceptional cases it can reach as much as 15,000 tons. The maximum advance speed is 100 mm/min.*

*In single shield mode, these machines allow the thrust to be produced with the main hydraulic or with the auxiliaries, with those not being used sustaining permanence.*

*In order to achieve the desired outputs and to take advantage of the machine's capacities, it is necessary to work for as long as possible in the double shield mode.*

*The machines are supplied by means of trains circulating on the temporary single track, which is laid from the actual back up as it advances. These trains are used for supply segments, filling material for the gaps and other materials, and for the transportation of personnel. Since the tunnel is not excessive in length, only a single track is laid, with passing places being provided at various points of the interior in order to permit the crossing of trains once a minimum length has been exceeded.*

*The spoil coming from the excavation is evacuated by means of a conveyor belt 1.2 m width, capable to transport 1500 t/h at a maximum speed of 3.2 m/s. Each tunnel has its own conveyor belt which extracts materials as far as the entrance of the tunnel where it is emptied onto a transverse belt, shared by both tunnels, which takes it to a single dump.*

*In case the transverse belt breaks down, and in order not to have to halt the excavation of the tunnels, the possibility of using a bypass belt, which deposits the material in a dumping zone of the yard, where it is loaded onto lorries and transported to the dump is available for each of the tunnels.*

### Lining

*Once the section of tunnel has been excavated, the lining, consisting of prefabricated rings formed of 7*

J.M. de la Fuente, J.A. Gil Gandia, N. Alonso Fernández

de hormigón armado de 45 cm de espesor y 1,5 m de ancho (Foto 6).

Por su complejidad estructural y la variedad litológica de la Sierra del Valle de Abdalajís, se han proyectado diferentes secciones de revestimiento según las condiciones impuestas por el terreno atravesado a lo largo del trazado. Así, se dispone de cuatro tipos de dovelas con las características diferenciales que se recogen en la tabla 3.



reinforced concrete segments, 45 cm thick and 1.5 m wide is placed (Photo 6).

According to the structural complexity and the lithological variety of the Sierra del Valle de Abdalajís, different cross-sections of lining have been designed depending on the conditions imposed by the ground during the course of the route. Therefore, there are four types of segments with the different characteristics contained in the table 3.

Tabla 3

DOVELAS	HORMIGÓN	ACERO
Dovela tipo A	HA-40	60 kg/m <sup>3</sup>
Dovela tipo B	HA-40	85 kg/m <sup>3</sup>
Dovela tipo C	HA-60-SR	120 kg/m <sup>3</sup>
Dovela tipo H	HA-80-SR	190 kg/m <sup>3</sup> + 30 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero

Foto 6. Anillo compuesto por 7 dovelas en la zona de acopio de la explanada sur. Photo 6. Ring composed of 7 segments in the stockpiling area of the south site.

Table 3

SEGMENTS	CONCRETE	STEEL
type A	HA-40	60 kg/m <sup>3</sup>
type B	HA-40	85 kg/m <sup>3</sup>
type C	HA-60-SR	120 kg/m <sup>3</sup>
type H	HA-80-SR	190 kg/m <sup>3</sup> + 30 kg/m <sup>3</sup> of steel fibre

Para permitir adaptar la forma de los anillos a la excavación y planta del túnel, las dovelas son de conicidad alternativa "a derecha" y "a izquierda". Las dovelas llevan a lo largo del borde una junta de goma para proporcionar estanqueidad entre dovelas y entre anillos.

El montaje del anillo se realiza con la ayuda del erector de dovelas situado en el escudo de cola. El erector sujeta las dovelas mediante el vacío creado por una ventosa sobre la cara interior de las mismas (Foto 7). Una vez en la posi-

In order to permit the shape of the rings to be adapted to the excavation and to the lot plan of the tunnel, the segments have a "right" and "left" alternating conicity. The segments have a rubber joint running around their rim in order to provide a watertight seal between the segments and between the rings.

The assembly of the ring is done with the aid of the erector located in the tail shield. The erector secures the segments by means of a vacuum created by a suctioning on the interior face of them (Photo 7). Once in the correct



Foto 7. Erector sujetando una dovela. Photo 7. Erector placing a segment.

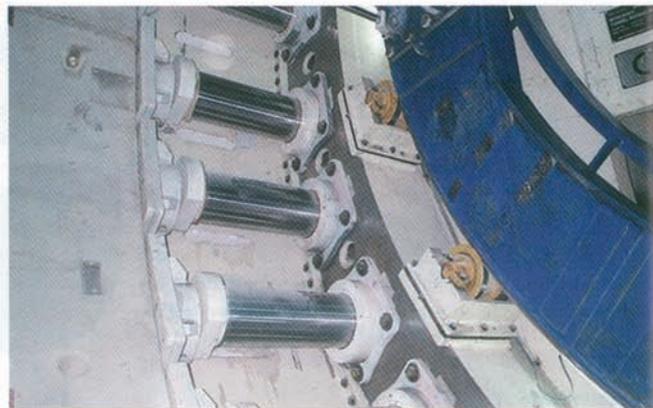


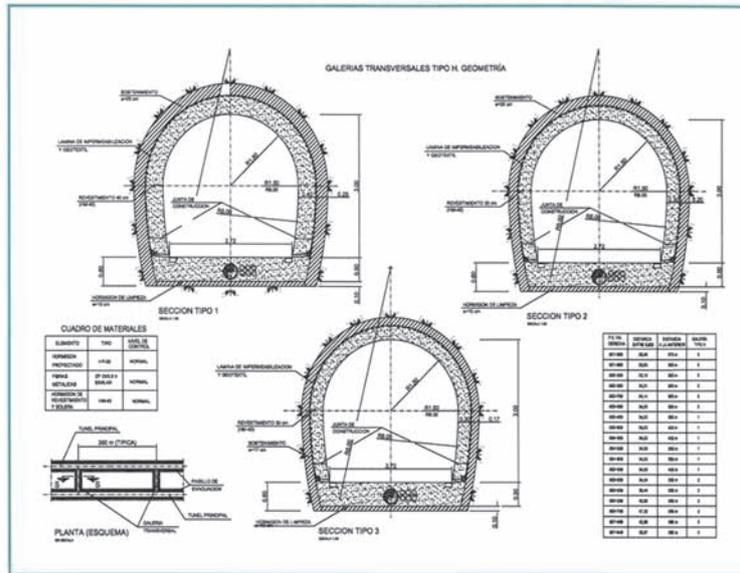
Foto 8. Gatos auxiliares sujetando una dovela colocada contra el anillo anterior hasta que se coloque el resto de dovelas y se complete el anillo/Photo 8. Auxillary jacks securing a segment located against the previous ring until the rest of the segment are placed and the ring is completed.

**Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga**  
**Abdalajís tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line**

ción correcta, la dovela se mantiene en su posición con la ayuda del empuje de los cilindros auxiliares contra el anillo anterior hasta que se conforma el anillo completo (Foto 8). Las dovelas se unen entre sí mediante tornillos. Los anillos a su vez se fijan entre sí con conectores que ayudan al centrado de las dovelas y facilitan considerablemente su correcta colocación.

La primera dovela colocada por el erector de la tuneladora es la dovela-base, diferenciada del resto porque cuenta con una plataforma provisional para facilitar el desplazamiento del back-up de la máquina y con una cuneta central de desagüe. A continuación, y a cada lado de la dovela base, se colocan tres dovelas tipo. Por último, se colocan dos dovelas-contraclave, adyacentes a la clave, y la propia dovela-clave, que es la última dovela en ser colocada y cuya misión es conseguir el ensamblaje correcto del anillo.

Al avanzar la tuneladora, los anillos van saliendo de la misma dejando un hueco anular entre el trasdós del anillo y el terreno excavado que ha de ser rellenado mediante inyección de gravilla o de mortero. El hueco anular entre el terreno y el anillo correspondiente a los 90° inferiores se inyecta de inmediato con mortero seco para apoyar el anillo al salir del escudo. Posteriormente, el resto se rellena en dos fases, una primera con gravilla y una segunda con inyección de lechada de cemento para rellenar los huecos de la gravilla.



**Fig. 4. Secciones tipo de las galerías de conexión dependiendo del tipo de terreno que se ejecutan.**  
**Fig. 4. Standard sections of the crossing passages depending on the type of ground.**

position, the segment is maintained in its position with the aid of the thrust from the auxiliary cylinders against the previous ring until the complete ring is shaped (Photo 8). The segments are joined together with screws. The rings are in turn fixed together with connectors, which help in the centering of the segments and facilitate their correct location considerably.

The first segment placed by the erector of the TBM is the base segment, which is differentiated from the

others because it has a temporary platform in order to facilitate the displacement of the back-up and because it has a central drainage channel. Next, three standard segments are placed on each side of the base segment. Finally, two segments are placed adjacent to the keystone, and then the keystone itself, which is the last segment to be placed with the purpose to achieve the correct assemblage of the ring.

As the TBM advances, the ring leaves the rear shield leaving an annular gap between the back of the ring and the excavated ground which has to be filled by means of injecting fine gravel or mortar. The annular gap between the ground and the ring corresponding to the lowest 90° is immediately injected with dry mortar to support the ring as it exits from the shield. Later on, the rest is filled in two phases, a first fill with fine gravel and a second with injection of cement grout in order to fill the gaps inside the gravel.

**4. Galerías transversales de conexión**

Como se ha dicho, ambos tubos estarán conectados mediante 19 galerías transversales que permitirán la evacuación de un túnel a otro en caso de emergencia o avería dentro de uno de ellos. Se ha fijado una distancia entre galerías consecutivas de 350 ± 50 m, tratando de aprovechar las mejores condiciones geológicas para su ejecución. Su construcción se acomete desde ambos túneles, correspondiendo a cada uno la mitad de cada galería de conexión. La suma total de las galerías trasversales supone una longitud de excavación superior a 500 m.

**4. Crossing passages**

As it has been said, the two tubes are connected by means of 19 transverse galleries, which would permit the evacuation of one tunnel to the other in the event of emergency or breakdown in one of them. A distance between consecutive galleries of 350 ± 50 m has been set, aiming to assure the best geological conditions for their execution. The construction starts from both tunnels, with half of each connection gallery corresponding to each tunnel. The total length of transverse galleries implies an excavation length of over 500 m.

Estas galerías transversales serán de sección en herradura, con una altura de 3 m y 2,7 m de ancho. En función de los empujes del terreno, se distinguen tres tipos de galerías con diferentes sostenimientos. La zona más delicada es el entronque con los túneles principales, donde es necesario colocar un anillo de refuerzo. Antes de la ejecución de cada galería, se coloca una estructura que asegure los anillos a perforar y evite la desestabilización de la sección.

Las galerías se ejecutarán mediante métodos convencionales por lo que es relativamente sencillo modificar el sostenimiento o el espesor del revestimiento definitivo, si el material atravesado fuera diferente al reflejado en proyecto. La excavación se realizará mediante martillo neumático manual o montado sobre brazo excavador.

El sostenimiento se realizará mediante bulones, cerchas y hormigón proyectado. Los bulones serán de unos 3 m de longitud, con barras de 25 mm, con 5 unidades por sección y separaciones entre 1,5 y 2 m. Las cerchas serán TH-21 con separaciones entre 1 y 1,5 m. El hormigón proyectado se coloca en dos capas, la primera de 5 cm de espesor y la segunda de 7 ó 10 cm, según sea el material donde se sitúa la galería.

El revestimiento se hará con anillos de hormigón en masa HM-25 con un espesor de 30 cm.

## 5. Instalaciones auxiliares

### Explanada

Para la implantación de las instalaciones y los equipos auxiliares en la boca sur del túnel se ha realizado una explanada horizontal de servicios de 81.018 m<sup>2</sup>, donde además se sitúa el parque del acopio de dovelas para el revestimiento del túnel, con una capacidad total de acopio aproximada para ambos túneles de 1.000 anillos. (foto 9).

### Energía eléctrica

Para el abastecimiento de energía eléctrica al túnel se ha construido una subestación con una potencia de 22 MW que se abastece mediante una nueva línea de 66 KV de 1.400 m de longitud. Para la alimentación a las máquinas la energía se transforma a 22 KV, realizando el transporte a esta tensión entre subestación y back-up de la máquina donde se realiza una segunda transformación al voltaje requerido por cada equipo.

Se dispone, como medida adicional de seguridad, de un sistema de grupos electrógenos en el exterior de cada túnel con autonomía suficiente para mantener la corriente de los sistemas de emergencia en caso de corte del suministro eléctrico. Se consideran sistemas de emergencia: la iluminación a lo largo del túnel y en la máquina y su back-up, los

*These transverse galleries are going to have a horseshoe-shaped section, 3m high and 2,7 wide. According to the different loads of the ground along the tunnel, there are three different types of passages where the support is different. The most delicate zone is the junction with the main tunnels, where a reinforcement ring needs to be placed. Before executing each gallery, a structure is placed securing the rings to be drilled and preventing any destabilisation of the section.*

*The galleries will be executed by conventional methods. Therefore, it is relatively simple to modify the support or the thickness of the final lining if the material being traversed turns out to be different from that shown in the designs. The excavation will be done by means of pneumatic hammer either manually or mounted on an excavator arm.*

*The support will be done by means of anchorages, trusses and shotcrete. The pins will be 3 m long, bars of 25 mm, 5 units per section with a distance between 1.5 and 2 m. The trusses will be TH-21 with separations of between 1 and 1.5 m. The shotcrete will be laid in two layers, the first with a thickness of 5 cm and the second of 7 or 10 cm, depending on the material where the gallery is located.*

*The lining will be done with rings of HM-25 mass concrete with a thickness of 30 cm.*

## 5. Auxiliary installations

### South entrance

*In order to establish the facilities and auxiliary equipment in the south site of the tunnel, an area of 81,018 m<sup>2</sup> has been prepared where the segments stock for the tunnel lining is also located; the approximate total stockpiling capacity for both tunnels is 1,000 rings (photo 9).*

### Electricity

*For the supply of electricity to the tunnel a substation has been constructed with a power of 22 MW, which is fed by means of a new 66 kV line 1,400 m long. In order to give energy to the TBMs, the electricity is transformed to 22 kV, with the transportation being carried out at this voltage between the substation and back-up for the machine, where a second transformation is carried out to the voltage required by each piece of equipment.*

*As an additional safety measure, a system of electrical generators is provided outside each tunnel with sufficient autonomy for keeping the emergency systems running in the event of a power cut. The emergency systems are considered to be: lighting along the length of the tunnel and in the machine and its back-up, the fans installed in*

Túnel de Abdalajis ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga  
Abdalajis tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line



ventiladores instalados en el frente y la comunicación telefónica con el exterior.

### Sistema de ventilación del túnel

Durante la excavación se mantiene constantemente ventilado el frente mediante la impulsión de aire que aporta un ventilador por cada túnel situado en la boca del mismo. El transporte del aire al frente se realiza mediante una tubería flexible de 2.500 mm de diámetro. Una vez en el back-up, el aire se reimpulsa y se distribuye llegando hasta el frente de excavación.

También se dispone de un sistema de aspiración de aire desde el frente hasta el final del back-up, punto donde este aire es arrastrado por la corriente de retorno hacia el exterior del túnel. La corriente de retorno en los túneles se mantiene siempre con una velocidad superior a 0,5 m/s. Se realiza un control periódico de esta velocidad para regular la potencia de los ventiladores exteriores según se vaya necesitando mayor potencia a medida que avanza la excavación del túnel.

### Abastecimiento de agua

Para el abastecimiento de agua a las instalaciones del túnel se ha construido una impulsión de agua de 250 mm de diámetro y 2.800 m de longitud desde el río Guadalhorce, hasta un depósito situado en la boca de los túneles desde donde se abastece cada túnel mediante la correspondiente red de tuberías. La capacidad de dicho depósito es de 1.700 m<sup>3</sup>.

### Vertedero

Para el vertido del material excavado del túnel se ha previsto un volumen total de vertedero de unos 2.000.000 m<sup>3</sup> de tierras en una superficie ocupada de 108.713,33 m<sup>2</sup> y una altura máxima de proyecto de 40 m.

Foto 9. Vista general de la explanada sur de instalaciones del Túnel de Abdalajis.  
Photo 9: General view of south installations of Abdalajis Tunnel.

the back-up and telephonic communication with the outside.

### Ventilation system for the tunnel

During the excavation, the face is constantly kept ventilated by means of a fan located at the entrance, which gives fresh air for each tunnel, located at the entrance of it. The transport of the air to the TBM is done with a flexible pipe of a 2,500 mm diameter. Once in the back-up, the air is forced through again and distributed so that reaches the excavation face.

There is also an air suction system from the face to the end of the back-up, at which point the air is dragged along by the return current as far as the outside of the tunnel. The return current in the tunnels is kept at all times at a speed greater 0.5 m/s. This speed is periodically checked in order to adjust the power of the fans due to the need for greater power as the excavation of the tunnel progresses.

### Water supply

For the tunnel installations water supply, a water pumping system of 250 mm diameter and length 2,800 m has been provided, running from the river Guadalhorce to a storage tank located at the site, by means of the corresponding system of pipes. The capacity of the tank is 1,700 m<sup>3</sup>.

### Dump

In order to dump the material excavated from the tunnel, a total dumping volume of approximately 2,000,000 m<sup>3</sup> of soil has been planned on an occupied surface area of 108,713.33 m<sup>2</sup> with a maximum design height of 40 m.

Para el acondicionamiento de la superficie de apoyo se ha preparado el terreno realizando el desbroce y la retirada de tierra vegetal. Así mismo, se han realizado zanjas drenantes en las barranqueras existente para el drenaje de los contactos.

Durante la fase de explotación del vertedero se ha previsto la captación de las aguas superficiales de escorrentía mediante la ejecución de cunetas perimetrales que no permitan la escorrentía superficial sobre las zonas desbrozadas. Como medida excepcional se ha realizado una barrera permeable de escollera al pie del vertedero que evite el acarreo de material por debajo de la cota de ocupación.

### **Cinta de transporte del material excavado al vertedero**

Para el transporte de material a vertedero se estudió, inicialmente, la posibilidad del empleo de camiones, pero debido a la cercanía del vertedero y al elevado número de tránsitos necesarios, se decidió la instalación de una cinta transportadora común para ambos tubos, que discurre transversalmente al eje del túnel, desde la explanada sur hasta el vertedero, tras salvar un pequeño cerro. Esta cinta recoge el material excavado procedente del vertido de las cintas de cada máquina, de capacidad de 1.500 t/h por cinta, y lo transporta a vertedero con velocidades de entre 0 y 3 m/s. Su diseño es de tipo convencional sobre rodillos, con una longitud de 503 m y una capacidad de 2.800 t/h. Sus características principales son:

- Anchura de la banda: 1.219 mm, Velocidad: 183 m/min.
- Accionamiento: 2 x 366 kW.
- Cinta extra para tensionado: 8 m. Rodillos de avance: 127 mm de diámetro, con 35° para formación de caja, espaciados 1,5 m. Rodillos de retorno: 127 mm de diámetro, espaciados 3 m.

La descarga de la cinta se realiza mediante una cinta re-partidora con 90° de giro e inclinación de 15°, que permite una altura de vertido de 15 m, permitiendo así una capacidad de vertido de 20.400 m<sup>3</sup> que corresponden a un avance estimado de 189 metros de túnel (volumen de tierras desde el nivel del terreno a la cota de la cinta).

### **Plantas de prefabricación de anillos**

Las plantas de prefabricado de las dovelas de los anillos de revestimiento son de diseño de CBE, con un túnel de curado de 3 líneas y 6 juegos de moldes que permiten una producción óptima estimada de 20 anillos/día. Para adaptar la construcción de anillos a la excavación del túnel, los moldes se han dividido en 3 con conicidad a derechas y 3

*In order to condition the support surface, the ground has been prepared by clearing away vegetation and removing the topsoil. Drainage ditches running into the existing ravines have also been created for drainage of the contacts.*

*During the operating phase of the dump, capturing surface runoff waters has been planned, by means of creating perimeter ditches so that the surface runoff does not flow over the areas that have been cleared. As an exceptional measure, a permeable barrier of rockfill has been created at the foot of the dump to prevent the transport of material beneath the occupancy level.*

### **Conveyor belt for transport of excavated material to dump**

*For the transport of material to be dumped, the possibility of using lorries was initially studied, but due to the closeness of the dump and the large number of trips that would be needed, the decision was to install a common conveyor belt for both tubes, which would run transversely to the axis of the tunnel, from the south site to the dump, after crossing a small hill. This belt gathers the excavated material tipped onto it from the belts for each machine, with a capacity of 1,500 t/h per belt, and transports it to dump at a speed between 0 and 3 m/s. It's a conventional type design on rollers, with a length of 503 m and a capacity of 2,800 t/h. Its main characteristics are:*

- *Width of the band: 1,219 mm, Speed: 183 m/min.*
- *Drive: 2 x 366 kW.*
- *Extra belt for tensioning: 8 m. Advance rollers: 127 mm in diameter, with 35° for formation of box, spacing 1.5 m. Return rollers: 127 mm in diameter, spacing 3 m.*

*The belt discharge is achieved by means of a distributor belt with 90° turn and inclination of 15°, which permits a tipping height of 15 m, thereby giving a tipping capacity of 20,400 m<sup>3</sup> which correspond to an estimate advance of 189 meters of tunnel (soil volume from ground level to the level of the belt).*

### **Segments factory**

*The factories for prefabrication of lining rings are a CBE design, with a cured tunnel of 3 lines and 6 sets of moulds permitting an estimated optimum production of 20 rings/day. In order to adapt the construction of the rigs to the excavation of the tunnel, the moulds have been divided into three with right conicity and three with left conicity, permitting change of one of these latter to the right.*

**Túnel de Abdalajís ejecutado con TBM para la línea de Alta Velocidad Córdoba-Málaga**  
**Abdalajís tunnel executed with TBM for the Córdoba-Málaga High Speed Line**

a izquierdas, permitiendo el cambio de uno de estos últimos a derechas.

Los conjuntos de armadura correspondientes a cada dovela se construyen empleando mallas electrosoldadas lo que permite una mayor producción y las separaciones adecuadas entre barras. Para asegurar el recubrimiento de la armadura se ha recurrido al empleo de separadores de hormigón en vez de los de plástico convencionales, ya que éstos se deforman perdiendo el recubrimiento mínimo durante el enérgico vibrado a que se somete el molde.

El hormigón de los anillos se ha diseñado con conos de 2, aunque su margen se establece entre 1 y 5. Una vez hormigonada cada dovela y fratasado sus trasdós, se mantienen durante 5 horas en el túnel de curado a 50 °C y humedad relativa superior al 70%. Transcurrido dicho tiempo, el hormigón ha adquirido la resistencia mínima necesaria de 100 kg/cm<sup>2</sup> pudiendo proceder al desencofrado.

La resistencia característica se alcanza a los 7 días de fabricación, pese a lo cual no se transportan a obra hasta los 28 días, para evitar en lo posible daños debidos a la manipulación y/o el transporte. Debido al peso de los anillos (50 toneladas), el transporte de cada anillo se realiza en dos bateas. Finalmente, se almacenan en la campa de acopio de la explanada sur hasta el momento de su colocación.

Las fábricas de dovelas se han instalado en puntos distantes del emboquille sur. El túnel Este ha instalado la fábrica en Algeciras (Cádiz) a 210 km del túnel y el túnel Oeste en Pizarra (Málaga) a 20 km de la boca.

### 7. Agradecimientos

Los autores de este trabajo quieren expresar su agradecimiento a D. Felipe Mendaña por su colaboración en la realización de los trabajos que aquí se describen, así como al personal técnico de las empresas que realizan las obras. ♦



**Foto 10. Molde de fabricación de una de las dovelas.**  
**Photo 10. Manufacturing moulds for one of the segments.**

The reinforcements for each segment are constructed using electrowelded mesh, which permits greater production and the proper separations between bars. In order to ensure the coverage of the reinforcement, the use of concrete separators are used instead of the conventional plastic ones, since the latter become deformed and lose the minimum coverage during the process of vibration that the mould is subjected to.

The concrete for the rings has been designed with cones of 2, though the margin established is 1 to 5. Once each segment has been concreted and its back has been finished, it is kept in the curing tunnel for 5 hours at 50 °C with a relative humidity greater than 70%. After that time, the concrete has acquired the minimum strength of 100 kg/cm<sup>2</sup>, which needs to be stripped.

The characteristic strength is reached seven days after manufacturing. Despite this, it is not transported to the site for 28 days, to prevent any possible damage that could occur due to handling and/or the transport. Due to the weight of the rings (50 tons), each ring is transported on two flatcars. Finally, they are stored in the stockpiling area of the south site until the moment of their positioning.

The factories for the segments have been set up lengthy distances from the south tunnel. The East tunnel has set up its factory in Algeciras (Cádiz), 210 km from the tunnel, and the West tunnel is in Pizarra (Málaga), 20 km from the mouth. ♦

### Referencias:

- de la Fuente, J.M. y Gil, J. (2003): "Túnel de Abdalajís en la LAV Córdoba-Málaga". INGEPRES, Nº 121. Noviembre 2003.
- "Nuevo acceso ferroviario Córdoba-Málaga". INGEPRES, Nº 115. Mayo 2003.
- Ministerio de Fomento (2001): "Proyecto de construcción de plataforma. Línea Ferroviaria de Alta Velocidad entre Córdoba y Málaga. Tramo Gobantes-Túnel de Abdalajís Este (TT.MM.: Antequera y Álora)".
- Ministerio de Fomento (2001): "Proyecto de construcción de plataforma. Línea Ferroviaria de Alta Velocidad entre Córdoba y Málaga. Tramo Gobantes-Túnel de Abdalajís Oeste (TT.MM.: Antequera y Álora)".



NOTAS DE  
REDACCIÓN  
(1853-2003)



**FERRO-CARRIL DE JEREZ AL TROCADERO.**

Esta línea, que ha de ser la primera que en la hermosa Andalucía ha de hacer conocer el poder de las locomotoras, dando vida y animación á los pueblos que recorre, no tiene mas estension que 27 kilómetros, que pueden subdividirse en dos secciones; la primera que consta de 15 kilómetros entre Jerez y el Puerto de Santa Maria, y la segunda entre este punto y el Trocadero. Los trabajos de la primera seccion están ya muy adelantados, pudiéndose abrir al público para principios de año, y de la segunda se están haciendo los estudios definitivos para formar los planos, y en cuanto merezcan la aprobacion superior dar principio á las obras. Daremos una idea del trazado que sigue la primera seccion, pudiendo de este modo nuestros lectores formar un juicio exacto del estado de los trabajos.

La estacion de Jerez se ha colocado en la plaza llamada del Egido, que teniendo por avenidas parte de las principales calles de la poblacion, contribuye ademas por su estension á la colocacion cómoda y espaciosa de los edificios necesarios para la buena explotacion; en esta estacion se hallan casi concluidos los que han de servir para descanso de los viajeros, la cochera de locomotoras, la cerca que la separa de la poblacion con sus correspondientes entradas, andenes y porterías, los cargaderos de carruages y de mercancías, talleres provisionales y toda la esplanacion. La colocacion de estos edificios se ha dispuesto de modo que si para mayor comodidad del público se quieren tomar los viajeros en el centro de la poblacion, puedan unirse las vias de entrada y salida con dicho centro.

Unidas todas las vias de la estacion en frente de la posesion de Vallesquillo, sale la línea atravesando el cerro del Molino de Viento, en una estension de un kilómetro con la pendiente del  $\frac{1}{100}$  y dos curvas de 416 y 970 metros de radio: este desmonte, cuyas cotas varían desde 4 hasta 16 metros, tiene un volúmen de 86,600 metros (148.239 varas cúbicas) que se han distribuido del modo siguiente:

- 1.560 m. conducidos al terraplen anterior á la distancia media de 200 metros.
- 13 000 m. colocados formando caballeros.
- 70.040 m. conducidos al terraplen siguiente á la distancia media de 600 metros.

El transporte de 70.040 metros se está ejecutando por medio de wagones. El número de wagones dispuesto es de 16, y cada uno tiene 2,70 metros de capacidad. El cuadro siguiente está sacado de las observaciones hechas en este desmonte.

Número de wagones puestos en movimiento.	Distancia de transporte.	Número de viajes de cada wagon por dia.	Volúmen trasportado.	Observaciones.
2	80 m.	30	162	Cuando puedan estar en movimiento los 16 wagones se calcula en 800 metros diarios lo que se puede trasportar.
4	100 m.	25	270	
6	120 m.	22	356	
8	200 m.	20	432	

Este trozo de la línea atraviesa el camino que va á la famosa Cartuja de Jerez en un sitio en que la cota del desmonte es de 11 metros, por lo cual ha sido necesario proyectar un puente para dar paso por debajo á la línea del ferro-carril. Este puente se va á ejecutar de piedra de las canteras llamadas de Matasanos, para lo cual estan acopiados todos los materiales al pie de obra para dar principio en cuanto se concluya el desmonte en este sitio: el viaducto tendrá tres arcos, el central de las dimensiones suficientes para las dos vias, y los laterales de menores dimensiones proyectados con el objeto de aligerar los estribos.

Pasado este desmonte se sale en línea recta al terraplen indicado anteriormente. La altura de este terraplen varía desde 2 hasta 9 metros, y su estension escede de 800 metros, continuando la misma pendiente que á la salida da Jerez: en este trozo se han hecho tres alcantarillas para dar salida á las aguas de las vertientes llamadas de Solete; continua la línea en una estension de 2 kilómetros con desmontes y terraplenes que varían desde 1 á 7 metros de altura, por medio de dos curvas unidas por una recta hasta el camino que desde la carretera general conduce á la Cartuja. En este punto se ha hecho un viaducto para el paso del ferro-carril, que se une á un terraplen de 8 metros de altura y 14,600 metros de volúmen; este terraplen ha sido ejecutado por destajistas vizcainos con toda perfeccion.

Concluido este terraplen, continúa otro de menor altura siguiendo la márgen derecha del rio Guadalete hasta el sitio llamado del Portal, en que aproximándose demasiado al rio ha sido preciso variar un trozo de 500 metros lineales de la carretera general para el paso de la línea por el sitio que ocupaba la carretera antigua, y despues de un pequeño desmonte en curva se entra en la vega cuyo terreno enteramente de nivel en una estension de 6 kilómetros, permite que se recorra en línea recta con un terraplen de muy poca altura, llegando á las huertas de la Victoria en el Puerto de Santa Maria por medio de dos pequeñas curvas unidas por una recta que ha sido necesario trazar para entrar en el pueblo sin destruir edificios de consideracion que hay á la entrada.

Situada la estacion en dichas huertas de la Victoria, rodeada por todas partes de hermosas calles de naranjos y otros árboles, presentan sus elegantes edificios una vista muy agradable; esta estacion está ya muy adelantada, y siguiendo con la actividad que hasta aqui, podrá quedar concluida en todo el mes entrante.

Inmediatamente, despues de la estacion, se cruza el rio Guadalete en una direccion oblicua por medio de un puente de 200 metros de longitud compuesto de cinco tramos; este puente se está construyendo, pero reservamos su descripcion para cuando tratemos detenidamente de la segunda seccion donde se hallan las obras de mayor importancia de la línea.

La comision nombrada para comprar en Inglaterra el material fijo y móvil para la primera seccion ha efectuado ya dicha compra, pudiéndose contar con todo el material para el mes de noviembre, y con la mitad de los carriles para dentro de muy pocos dias, pues ya están embarcados. La via adoptada es del sistema americano, de carril hueco sentado sobre largueros, del mismo sistema y de la misma fábrica que el adoptado para el ramal de Socuéllamos á

Ciudad-Real. Las máquinas locomotoras son de la fábrica de Sharp de Manchester reputada como una de las de primer orden en esta clase de industria.

Vol. 1, nº 5, julio de 1853, pp. 67-68

\* \* \*

#### NOTICIAS VARIAS.

La empresa del ferro-carril entre Jerez, el Puerto de Santa Maria y Cádiz, que sin subvencion ninguna del Estado ha comenzado una línea de interés general para la Península, ha inaugurado su primera seccion el 22 del corriente.

Vol. 2, nº 13, julio de 1854, p. 172

\* \* \*

#### TASACION DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS EN EL FERRO-CARRIL DE SEVILLA Á CÁDIZ.

Uno de nuestros colegas ha publicado en estos dias varias comunicaciones relativas al abono de 16 millones de reales que se decía hecho por el último gobierno á D. Rafael Sanchez Mendoza concesionario del ferro-carril de Sevilla á Cádiz, por el valor de las obras en este camino ejecutadas. Con este motivo ofrece nuestro colega ocuparse de la cuestion general de ferro-carriles, que á causa de las muchas ilegalidades que se han cometido se trasformó, como saben nuestros lectores, en cuestion política, siendo una de las mas importantes, entre las muchas que han contribuido á perder justamente en la opinion pública al ministerio Sartorius.

De gran interés creemos para el pais este estudio, que dará á conocer cosas peregrinas, porque estamos persuadidos de que mientras no se aclare y ordene de un modo racional y definitivo todo lo que á tan importantes vias de comunicacion se refiere, no podemos esperar que los capitalistas de buena fe arriesguen en ellas sus capitales, y por lo tanto que ni aun las de mas apremiante necesidad se ejecuten, pues la situacion de nuestra hacienda no permite al Estado acudir por sí mismo á su construccion. Tambien nosotros nos ocuparemos de asunto tan vital, aunque siempre dentro de los límites que el carácter de la *Revista* nos impone.

Pero no es ahora nuestro objeto tratar de la cuestion general de ferro-carriles; solo nos proponemos dedicar algunas líneas á un asunto dependiente de ella y del mayor interés para el acreditado cuerpo de ingenieros de caminos y canales.

En las comunicaciones á que nos hemos referido, se asegura de un modo terminante que los 16 millones que ha cobrado el Sr. Sanchez Mendoza, son el importe de certificaciones firmadas por el ingeniero inspector Sr. D. Agustin de Marcoartú, y se da ademas á entender que se ha exagerado en ellas mucho el valor de las obras ejecutadas, habiendo tenido por lo tanto el concesionario una ganancia ilícita en perjuicio de los intereses públicos.

Carecemos de datos sobre el particular; no sabemos si hay ó no tasacion firmada por el ingeniero inspector, ni hemos visto las obras del camino, y cualquiera que sea la importancia que deba tener para formar un juicio el honroso título que adorna al Sr. Marcoartú, no nos proponemos defenderle, como no nos proponemos atacarle. Lanzada al público una acusacion de esta clase, no bastarian seguramente para deshacerla las protestas y los precedentes, siendo necesarias pruebas claras y terminantes, que solo una tasacion hecha por distintos individuos puede proporcionar. Si hemos tomado la pluma sobre tan desagradable asunto, es porque con la honra del Sr. Marcoartú en sus actos como ingeniero, va envuelta la del cuerpo á que pertenece, y debemos proponer lo que creamos conveniente para que la acusacion lanzada sobre aquel, motivada ó injusta, no perjudique á los que tantos títulos tienen al aprecio del pais por sus continuados é importantes servicios.

El cuerpo de ingenieros debe pedir mas alto que nadie que se lleve la luz hasta los últimos límites de este negocio; que se sepa terminantemente si un individuo de su seno es inocente ó culpado, para acogerle con el entusiasmo y el cariño de hermano en el primer caso, para repudiarle ignominiosamente en el segundo; pero en uno y otro, para conservar ileso la honra que merece, y sin la cual no puede ni debe esperar el aprecio de sus conciudadanos.

Por eso la *Revista de Obras Públicas*, apoyando la reclamacion que indudablemente se habrá apresurado á hacer el Sr. Marcoartú apenas haya sabido los cargos que se le hacen y la constitucion del nuevo gobierno, pide enérgicamente al señor ministro de Fomento que examine con el mayor cuidado todo lo relativo á este negocio; y sobre todo, que nombre una comision de personas sobre cuya probidad no pueda existir la mas ligera duda, para que tase de nuevo y con la detencion necesaria las obras que ha ejecutado el Sr. Sanchez Mendoza.

Creemos haber interpretado en las anteriores líneas el deseo unánime de los individuos del cuerpo de ingenieros, que debe ser tambien el del señor inspector del ferro-carril de Cádiz. Si como debe esperarse se comprueba que la acusacion es injusta, á nadie complacerá tal resultado tanto como á sus compañeros; si por desgracia lo contrario sucediere, nadie tampoco reclamará con mas energía que ellos que se aplique al culpable la pena á que se haya hecho acreedor.

Este es el interés verdadero del cuerpo, que debe, si quiere conservar el lustre que su conducta y trabajo le han adquirido, velar siempre para pedir al gobierno la residencia de todos aquellos individuos que con sus actos hayan despertado dudas en la opinion pública acerca de su probidad.

Vol. 2, nº 16, agosto de 1854, p. 197

\* \* \*

## LINEA DE CÓRDOBA A CÁDIZ.

Cuatro concesiones distintas forman esta línea: la primera de Córdoba á Sevilla, de 130 kilómetros; la segunda de Sevilla á Jerez, de 103 kilómetros; la tercera de Jerez al Trocadero, de 27,5 kilómetros, y la última de Puerto-Real á Cádiz, de 50 kilómetros.

En el trozo de Córdoba á Sevilla hay 20 kilómetros concluidos de esplanar y 2 en trabajos.

En el trozo de Sevilla á Jerez, la concesion Sanchez Mendoza dejó 40 kilómetros empezados para una via; ahora hay que hacer la esplanacion para dos vias, de la cual hay terminados 12 kilómetros.

La totalidad de la seccion de Jerez al Trocadero está explotándose hace tiempo y se están construyendo dos puentes definitivos sobre los rios Guadalete y San Pedro que ahora se cruzan con obras provisionales: el primero tendrá 160 metros y cuatro tramos, y el segundo 80 metros y dos tramos. De las cuatro estaciones de Jerez, Puerto de Santa María, Puerto Real y Trocadero, solo quedan por acabar algunos detalles de esta última: en las dos primeras se están colocando nuevas vias de servicio. Recientemente se ha aumentado el material de la seccion del Puerto de Santa María al Trocadero con cuatro máquinas locomotoras, dos coches de primera clase, ocho de segunda y doce de tercera. Esperamos dar en breve á nuestros lectores una memoria que sobre estos trabajos está formando el Ingeniero director D. Angel Mayo.

En el trozo de Puerto-Real á Cádiz no hay todavía ningun trabajo emprendido, como tampoco en el ramal de Córdoba á Belmez.

*Vol. 5, nº 3, febrero de 1857, p. 33*

\* \* \*

*Los anteproyectos del Plan General de Ferrocarriles generaron un amplio debate entre los años 1864 y 1865. La Revista de Obras Públicas publicó los documentos oficiales, un mapa y la opinión de los redactores de la revista sobre los mismos. En esta edición se reproducen los textos relacionados con Andalucía, seguidos de la referencia para encontrar los textos completos en la Revista de Obras Públicas.*

*Nota del editor*

El Gobierno acaba de publicar el anteproyecto del plan general de caminos de hierro de la Península, estudiado por una comision compuesta de los Inspectores generales de segunda clase de Caminos, Canales y Puertos D. Carlos Maria de Castro, Presidente, D. Calixto de Santa Cruz y Don Jacobo Gonzalez Arnao, y del Ingeniero Jefe de segunda clase D. Gabriel Rodriguez; el informe sobre dicho anteproyecto de la mayoría de la Junta consultiva de Obras públicas, y los votos particulares de los vocales que han formado la Memoria del expresado Cuerpo consultivo. Sobre estos documentos se ha abierto una amplísima informacion con el laudable deseo de que todas las opiniones y todos los intereses puedan ser oidos, y contribuir á la mayor ilustracion de tan grave y delicado asunto. La REVISTA DE OBRAS PUBLICAS faltaria al objeto con que se publica, y no corresponderia al título que lleva, si en su modesta esfera dejase de emitir su parecer sobre dicho plan, procurando así contribuir á la mas acertada resolucion que en este asunto proceda. Para esto principia publicando los documentos oficiales acompañados de una carta en que están señaladas las líneas de caminos de hierro que constituyen la red de las concesiones otorgadas, los ferro-carriles propuestos por la Comision, y los que proyecta la mayoría de la Junta. Despues emitiremos nuestra opinion sobre el plan general que resulta con la propuesta de la primera y con el dictámen de la segunda.

*Vol. 12, nº 17, septiembre de 1864, pp. 198-204*

\* \* \*

## ANTE-PROYECTOS

DEL  
PLAN GENERAL

## DE FERRO-CARRILES.

(Continuacion.)

**Red del Mediodia y su enlace con la del Este.***Estado actual.*

El tronco principal de esta red parte en Alcazar de San Juan de la linea de Madrid á Alicante, penetra en la cuenca del Guadalquivir por Despeña-perros, sigue luego el valle de dicho rio por Córdoba hasta Sevilla, y termina en Cádiz. Parten de este tronco la linea de Córdoba á Málaga, con un ramal de Campillos (Bobadilla) á Granada, la de Córdoba á las minas de Espiel y Belmez, y los pequeños ramales de Utrera á Osuna y á Moron, habiendo además una linea concedida de Tharsis al rio Odiel en la provincia de Huelva, y la de Sevilla á Merida, que enlaza esta red con la del Oeste, de que se hablará luego. Las capitales de provincia puestas en comunicacion por las vias férreas citadas son cinco: Córdoba, Sevilla, Cádiz Málaga y Granada. (*Cuadros núms. 6.º y 7.º*.)

Bastará examinar someramente la configuracion de la region á que esta red corresponde, y el estado de las importantes y ricas provincias que comprende, para conocer la insuficiencia de las concesiones hechas, que componen sin embargo una longitud de 1,144 kilómetros 87 metros.

Están completamente desatendidas las provincias de Huelva y Almería, la capital de la de Jaén y parte de la provincia de Cádiz, entre esta ciudad y el puerto de refugio de Algeciras, tan interesante por su proximidad al estrecho de Gibraltar. Granada está defectuosamente servida; y, por último, no hay enlace alguno con la red del Este.

*Linea de Javalquinto á Granada.*

Para atender á estas necesidades, incluye la Comision en el ante-proyecto varias lineas, todas de primera categoria. La primera, señalada en el cuadro correspondiente, (*número 6.º*) es la de Javalquinto, ó un punto de las inmediaciones, por Jaén á Granada. Este ferro-carril ha sido estudiado por particulares, con autorizacion del Gobierno, y podia terminar uniéndose en Huetor-Tajar con el concedido de Campillos á Granada, ó en esta misma poblacion, separándose de la direccion anterior en la proximidad de Alcalá la Real. Los datos que suministre la informacion permitirán decidir lo más conveniente. Es linea de grande importancia, por lo que mejora la comunicacion con Granada, además de establecerla con Jaén, y de esta ciudad con Málaga y la costa. Su longitud pro-

bable, suponiendo el empalme en Huetor-Tajar, es de 151 kilómetros, que podrán costar 182 millones de reales.

*Linea de Sevilla á Huelva.*

De Sevilla á Huelva se propone otra linea que ha sido tambien estudiada por particulares. Es la que la Comision ha creído mas conveniente por ahora para los intereses generales, no solo porque exige menos longitud de nueva construccion y menos gasto, sino porque completa la gran linea paralela al mar, que empieza en la frontera francesa, y de que ya antes se ha hablado. Las otras lineas que podrian proponerse, sea de Mérida á Huelva, sea de este punto por Riotinto á empalmar con una que viniera de las minas de Espiel y Belmez, por el momento no las cree la Comision de bastante interés para incluirlas en el plan, aunque reconoce que podrán tenerlo antes quizás de mucho tiempo. Por ahora todas las necesidades generales están satisfechas, si no de un modo perfecto, de un modo suficiente, con la linea de Sevilla á Huelva, cuya longitud es de unos 105 kilómetros, y el presupuesto de 67.500.000 reales. Debe, sin embargo recordar la Comision, que por leyes de 10 de junio y de 25 de noviembre de 1859 se autorizó al Gobierno para otorgar sin subvencion del Estado á D. J. M. Balleras y D. Eduardo Pedreño respectivamente, dos lineas, de Huelva á las minas de cobre de Buitron, y de estas á la linea de Mérida á Sevilla en Mérida ú otro punto. La Comision cree que no se han llegado á hacer los estudios, por lo que considera estas concesiones como abandonadas por los peticionarios. Si estos las reclamasen, la Comision cree que no habria inconveniente en la construccion de estas, ó por mejor decir, de esta linea con las condiciones de las leyes citadas; esto es, sin subvencion del Gobierno.

*Ramal de Huelva á las minas de Riotinto.*

No pasará adelante la Comision sin decir algunas palabras del ramal de Huelva á las ricas minas de Riotinto, propiedad del Estado. Este ramal es de importancia, aunque la Comision haya creído no deberlo incluir en el plan, obedeciendo á los principios que se ha fijado para la formacion del ante-proyecto. Lo mismo dirá del ramal á las minas de Linares, tambien de propiedad del Estado, y de algunos otros que podrian construirse para enlazar con la red de ferro-carriles importantes poblaciones de Andalucía, como Ecija, Sanlúcar de Barrameda y algunas otras. Ninguno de ellos puede perjudicar á la ejecucion del plan general; antes por el contrario, todos favorecerán á las lineas que en él se adopten, aumentando su tráfico y productos; y deben, como ya la Comision ha dicho otras veces, incluirse en aquel y ejecutarse, si hay quien lo solicite sin subvencion. En cuanto á los correspondientes á los dos distritos mineros de Riotinto y Linares, dicho se está que el Estado, propietario de estas minas, podrá promover su ejecucion, si cree que el aumento que tendrá la importancia de aquellas es suficiente para compensar los sacrificios y gastos que la ejecucion imponga.

*Línea de Cádiz á Algeciras y San Roque.*

Para poner en comunicacion con la red el puerto de refugio de Algeciras y la localidad próxima á Gibraltar, indica la Comision una línea de primera categoría, que partiendo de la de Sevilla á Cádiz en San Fernando, vaya por Chiclana, Vejer y Tarifa á Algeciras, con un ramal de este punto á San Roque. Esta línea se estudia en el dia por particulares, y podrá tener unos 110 kilómetros de longitud y un coste de 100 millones de reales. Además de la importancia actual de esta línea, debe tenerse en cuenta la posibilidad de prolongarla mas adelante hasta Málaga por la costa.

*Línea de Murcia á Granada, y ramal de Lorca á Almería.*

Segun antes se ha dicho, no hay en el dia enlace alguno entre las redes del Mediodia y del Este. Para conseguir este fin, y completando á la vez la gran transversal de Gerona á Huelva, se necesita la línea de Murcia á Granada. Podria creerse preferible seguir continuamente la costa, dirigiéndose de Murcia á Cartagena por Almería y Málaga á Algeciras y Cádiz; pero hay para esto dificultades de gran consideracion, por la configuracion de la costa, principalmente en la provincia de Granada. Además, este ferro-carril no evitaria la necesidad de construir el propuesto por la Comision, que exige menores sacrificios es mucho mas corto entre los puntos extremos, y satisface por ahora mayores y mas importantes necesidades. Almería puede quedar servida con él, haciendo salir un ramal desde Lorca por Vera á dicha ciudad.

Una parte de la línea de Granada á Murcia ha sido estudiada por el Gobierno en el trazado de Murcia á Córdoba, y es la comprendida entre la primera ciudad y las cercanias de Zújar. Desde este punto á Granada no hay estudio alguno; y como el terreno debe presentar serias dificultades en el paso de la divisoria del rio Fárdes, afluente del Guadiana menor, y el Genil, convendria que se reconociera por un Ingeniero, en tanto que se lleva á cabo la informacion pública. Por los datos que la Comision ha podido tener á la vista, la longitud entre Murcia y Granada será de unos 310 kilómetros, que pueden evaluarse en 279 millones de reales. El ramal de Almería, con una longitud de 106 kilómetros, tendrá un coste probable de 75 millones de reales. Tanto este como la línea principal se proponen de primera categoría, con arreglo á los principios adoptados por la Comision.

*Línea de Osuna á Bobadilla.*

Construido el ferro-carril que acaba de indicarse, y concedido ó próximo á concederse el de Utrera á Osuna, solo falta, para tener completa la línea continua de Huelva á la frontera de Francia, un pequeño trozo entre Osuna y el ferro-carril, en construccion hoy, de Campillos á Granada, sea yendo á Bobadilla, sea á Puente-Genil ú otro punto que parezca mas conveniente. Este trozo solo tiene unos 59 kilómetros, cuyo coste puede evaluarse en 50 millones de reales. No ha sido estudiado todavia.

Con las líneas que preceden basta por ahora, en sentir de la Comision, para las necesidades generales de la red del Mediodia y su enlace con la del Este. Mas adelante podrá pensarse en otra línea que parta de Albacete y penetrando por Alcaráz en la cuenca del Guadalquivir, vaya á unirse con el ferro-carril de Córdoba. Esta direccion servirá para acortar las comunicaciones entre la costa de Valencia y el interior de Andalucía.

*Resúmen.*

En resúmen, para la red del Mediodia y su enlace con el Este, la Comision propone hoy como suficiente una longitud de nuevas líneas, todas de primera categoría, que se supone de 821 kilómetros, con un coste probable de 755 500.000 reales vellon.

**Red del Oeste, y su enlace con las del Mediodia y del Norte.***Estado actual.*

La extensa region á que corresponde esta red, es hoy sin duda alguna la mas desatendida de España. La única línea concedida recorre uno de sus extremos, siguiendo la vertiente izquierda de la cuenca del Guadiana, desde Manzanares por Ciudad-Real y Badajoz hasta la frontera de Portugal, donde se enlaza con la que viene desde Lisboa en dicho reino. Hay un pequeño ramal desde el Castillo de Almorchon á las minas de Espiel y Belmez. Además, como union con la red del Mediodia está concedida la línea de Mérida á Sevilla. Toda la gran extension de la cuenca del Tajo con la vertiente derecha del Guadiana y la izquierda del Duero, carecen por completo de comunicaciones férreas. (*Cuadros num. 8, 9 y 10*).

*Línea directa de Madrid á Portugal por Cáceres.*

Las principales necesidades de esta region interesantísima, no solo por lo que en sí vale, sino porque por ella se han de establecer nuestras comunicaciones con Portugal, exigen hoy, á juicio de la Comision, en primer lugar, una línea que siga desde Madrid la cuenca del Tajo por Talavera, Navalморal y Cáceres, á entrar en Portugal por Assumar, si se viere que no es posible penetrar en dicho reino por el valle del citado rio. La distancia que por esta línea habria entre Madrid y Lisboa, seria próximamente de 650 kilómetros (250 menos que por la línea del Guadiana), de los que corresponden á la parte de España 407, con un coste probable de 550 millones de reales. Hay varios estudios hechos en esta direccion por el Gobierno y los particulares, y una ley de 9 de julio de 1856, que autoriza al Gobierno para conceder una línea desde Madrid por la Sagra en direccion de Toledo, Torrijos, Talavera, Navalморal de la Mata, la Vera, á terminar en Malpartida de Plasencia, con subvencion de las provincias de Cáceres y Toledo.

Esta circunstancia obliga á un exámen detenido, antes de fijar de un modo definitivo la línea de que se trata. Debe tenerse en cuenta, además, que siendo necesaria otra línea, que tambien pro-

pone la Comision en el ante proyecto, desde Zamora por Salamanca y Béjar á Cáceres, si se ejecuta la línea autorizada por la ley de 1856, prolongándola hasta Cáceres, la parte de ella comprendida entre Malpartida y esta ciudad podría aprovecharse para la transversal citada.

Por estas razones, la Comision, incluyendo en el ante-proyecto la línea directa de Madrid á Cáceres y la frontera por Talavera y Naval Moral de la Mata, que es la que parece ofrecer mayores ventajas y á la que se refieren los datos antes consignados, cree que debe considerarse como una mera indicacion su direccion, hasta que con los datos que suministre la informacion pública, un detenido exámen de los proyectos, y los reconocimientos convenientes sobre el terreno, se pueda juzgar con entero acierto del asunto.

#### *Línea de Zamora á Cáceres.*

Ya se ha dicho que la Comision incluye otra línea como union de las redes del Norte y del Oeste, que partiendo en la primera de Zamora, se dirija por Salamanca y Béjar á Cáceres desde donde continuará hasta Mérida para unirse con la de este punto á Sevilla. Excusado parece detenerse á demostrar la gran importancia de esta línea, que pondrá en comunicacion directa con Andalucía y Cádiz toda la region del Norte y Noroeste de España. La parte de Cáceres á Mérida ha sido estudiada por el Gobierno, y tiene una longitud de 70 kilómetros y un presupuesto de 69 millones de reales. La de Cáceres á Salamanca y Zamora podrá tener unos 510 kilómetros y un coste de 520 millones, habiéndose estudiado por particulares el trozo de Cáceres á Salamanca. De Salamanca á Zamora no se ha hecho estudio alguno.

#### *Salamanca á la frontera de Portugal.*

Por último, concedida ya una línea de Medina del Campo á Salamanca, parece conveniente pro-

longarla hasta la frontera por Aldea del Obispo, donde se enlazará con una línea portuguesa que, segun las noticias de la Comision, se dirige á este punto. La longitud en la parte de España, estudiada por particulares, es de 107 kil., y su coste probable 111 500.000 reales. La cuestion de enlace de esta línea, de primera categoria, como todas las anteriores, con los ferros-carriles portugueses, á la vez que las cuestiones relativas á la línea directa de Portugal por Cáceres, y otras internacionales que en esta region podrian proponerse, sea yendo á Portugal por Vitigudino y la Fregeneda desde Salamanca, ó en la direccion de Braganza desde Zamora, asi como la comparacion de estas con la de Aldea del Obispo, para elegir las que mejor satisfagan á todos los intereses, deberian estudiarse por uno ó mas Ingenieros, sobre el terreno y en el vecino reino, en tanto que se hace la informacion pública, de la misma manera que se ha dicho para el ferrocarril de los Pirineos centrales.

El enlace de las redes del Oeste y del Mediodia está bastante atendido con la línea concedida de Mérida á Sevilla y los dos ramales de Córdoba y Castillo de Almorchon á las minas de Espiel y Belmez, que se unen en este punto. La Comision, por lo tanto, no cree necesario proponer nada para este objeto.

#### *Resúmen.*

En resúmen, para satisfacer las necesidades de la region del Oeste y sus enlaces con las del Mediodia y el Norte, que hoy solo tienen 658 kil. 707 metros de líneas ferreas, la Comision propone en el ante-proyecto una longitud de 894 kilómetros, todos de primera categoria, cuyo coste puede evaluarse en 850.500.000 rs. vn., y que enlazarán con la red general una nueva capital de provincia, Cáceres, además de las dos (Ciudad-Real y Badajoz) que ya lo están en esta region por las líneas concedidas.

## ANTE-PROYECTOS DEL PLAN GENERAL DE FERRO-CARRILES.

(Continuacion.)

## RED DEL MEDIODIA.

Núm. 6.

## Lineas concedidas ó autorizadas.

## Estado actual de la red.

Madrid á Alcázar 147,142 kilómetros.

LINEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	ESTADO ACTUAL.	
Alcázar de S. Juan por Córdoba y Sevilla á Cádiz, con ramal de Puerto Real al Trocadero. . . . .	594,659	En explotacion desde Alcázar á Santa Cruz de Mude-la, y de Córdoba á Cádiz.	
Córdoba á Málaga . . . . .	491,506	En explotacion desde Málaga á Alora.	
Campillos á Granada . . . . .	154,300	En construccion.	
Córdoba á Espiel y Belmez . . . . .	79,180	Se concedió en 1836. Se ha de sacar de nuevo á su- basta con la subvencion concedida á los caminos carboneros.	
Utrera á Marchena y Osuna. . . . .	63,000	Autorizada para la concesion.	
Utrera á Moron. . . . .	33,789	En construccion.	
Tharsis al Odiel. . . . .	43,475	Concedida.	
LONGITUD TOTAL CONCEDIDA.. . . .	1.144,087	de la que hay en explotacion 424, k 539 metros.	
<i>Lineas propuestas por la Comision para completar la red por ahora.</i>			
LINEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE Rs. vn.	CLASIFICACION.
Javalquinto, en la linea de Madrid á Cádiz, por Jaen á Grana- da (en Huetor-Tajar). . . . .	131,000	182.000.000	1.ª categoria.
Sevilla á Huelva. . . . .	103,000	67.500.000	1.ª id.
Cádiz (San Fernando) á Algeciras y San Roque. . . . .	110,000	100.000.000	1.ª id.
Osuna á encontrar la linea de Córdoba á Málaga (Bobadilla). . . . .	59,000	50.000.000	1.ª id.
TOTALES. . . . .	403,000	379.500.000	

## UNION DE LAS REDES DEL ESTE Y DEL MEDIODIA.

Núm. 7.

## Lineas concedidas ó autorizadas: Ninguna.

*Lineas propuestas por la Comision para completar el enlace de estas dos redes por ahora.*

LINEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE. Rs. vn.	CLASIFICACION.
Murcia á Granada por Lorca. . . . .	310,000	279.000.000	1.ª categoria.
Lorca por Vera á Almería. . . . .	106,000	73.000.000	1.ª id.
TOTALES. . . . .	416,000	352.000.000	

**RED DEL OESTE.**

Núm. 8.

**Líneas concedidas ó autorizadas.****Estado actual de la red.**

Madrid á Manzanares 196,586 kilómetros.

LÍNEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	ESTADO ACTUAL.
Manzanares á la frontera de Portugal por Ciudad Real y Badajoz. . . . .	406,558	En explotacion de Manzanares á Ciudad Real, y de Badajoz á la frontera de Portugal: el resto en construccion. Concedida. de la que hay en explotacion 70, k 500 metros.
Castillo de Almorchon á Belmez. . . . .	65,445	
LONGITUD TOTAL CONCEDIDA. . . . .	470,004	

*Líneas propuestas por la Comision para completar la red por ahora.*

LÍNEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE. Rs. vn.	CLASIFICACION.
Madrid por Talavera y Cáceres á la frontera de Portugal entre Alburquerque y Portalegre. . . . .	407,000	530.000.000	1. <sup>a</sup> categoría.
Mérida á Cáceres. . . . .	70,000	69.000.000	1. <sup>a</sup> id.
TOTALES. . . . .	477,000	419.000.000	

**UNION DE LAS REDES DEL MEDIODIA Y DEL OESTE.**

Núm. 9.

**Líneas concedidas ó autorizadas.****Estado actual de la red.**

LÍNEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	ESTADO ACTUAL.
Sevilla á Mérida. . . . .	188.706	Concedida.
LONGITUD TOTAL. . . . .	188.706	

*Líneas propuestas por la Comision para enlazar estas redes: Ninguna.*

**UNION DE LAS REDES DEL OESTE Y DEL NORTE.**

Núm. 10.

**Líneas concedidas ó autorizadas: Ninguna.***Líneas propuestas por la Comision para el enlace de estas dos redes por ahora.*

LÍNEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE. Rs. vn.	CLASIFICACION.
Cáceres por Salamanca á Zamora. . . . .	510,000	520.000.000	1. <sup>a</sup> categoría.
Salamanca á la frontera de Portugal por Aldea del Obispo. . . . .	107,000	111.500.000	1. <sup>a</sup> id.
TOTALES. . . . .	417,000	431.500.000	

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

## ANTE-PROYECTOS DEL PLAN GENERAL DE FERRO-CARRILES.

(Continuacion.)

## RESUMEN GENERAL.

Núm. 13.

REDES Y UNIONES.	LONGITUD concedida ó autorizada.	LONGITUD en explotacion.	LONGITUD que se AUMENTA		TOTAL.	COSTE PROBABLE DE LAS NUEVAS LINEAS.			LONG. TOTAL con las líneas aumentadas.
	Ks. Ms.	Ks. Ms.	1.ª categoría.	2.ª categoría.		1.ª categoría.	2.ª categoría.	TOTAL.	
	Ks. Ms.	Ks. Ms.	Ks. Ms.	Ks. Ms.	Ks. Ms.	Rvn.	Rvn.	Rvn.	Ks. Ms.
Norte. . . . .	1.163,742	980,932	416,000	70,000	186,000	127.000.000	48.000.000	175.000.000	1.531,742
Nordeste. . . . .	1.588,528	931,505	253,600	189,000	424,600	295.000.000	200.000.000	495.000.000	1.812,928
Union de las anteriores. . . . .	561,830	331,183	252,000	103,000	357,000	230.000.000	84.000.000	314.000.000	718,830
Este. . . . .	890,721	751,609	400,000	191,000	591,000	540.000.000	158.300.000	698.300.000	1.481,721
Union de las anteriores. . . . .	260,306	78,246	140,000	»	140,000	110.000.000	»	110.000.000	406,506
Mediodía. . . . .	1.144,087	424,539	403,000	»	405,000	379.500.000	»	379.500.000	1.549,087
Union de las anteriores. . . . .	»	»	416,000	»	416,000	354.000.000	»	354.000.000	416,000
Oeste. . . . .	470,001	70,500	477,000	»	477,000	419.000.000	»	419.000.000	947,001
Union de las anteriores. . . . .	188,706	»	»	»	»	»	»	»	188,706
Union del Oeste y del Norte. . . . .	»	»	417,000	»	417,000	451.500.000	»	451.500.000	417,000
Noroeste. . . . .	997,173	160,917	60,500	225,000	285,500	69.000.000	223.500.000	294.500.000	1.282,973
Union del Noroeste y el Oeste. . . . .	»	»	115,000	»	115,000	80.000.000	»	80.000.000	115,000
TOTALES. . . . .	6.866,914	3.729,453	3.034,100	780,000	5.814,100	2.833.000.000	716.000.000	3.549.000.000	10.681,014

ESTADO general que demuestra cómo quedará la red de ferro-carriles con las líneas concedidas y autorizadas hasta el día, y las propuestas por la Comisión.

## LINEAS RADICALES Y SUS RAMALES.

Núm. 14.

LINEAS.	LONGITUD total.	LONGITUD QUE FALTA.		COSTE PROBABLE.		OBSERVACIONES.
		1.ª categoría.	2.ª categoría.	1.ª categoría.	2.ª categoría.	
	Ks. Ms.	Ks. Ms.	Ks. Ms.	Rvn.	Rvn.	
Madrid por Avila, Valladolid, Burgos, Vitoria, San Sebastian, Irun. . . . .	644,105	»	»	»	»	Va incluido el ramal de union de las dos estaciones de Madrid. Esta en explotacion, menos el trozo de Olazagoitia á Beasain.
De la línea anterior (en Navalperal) á Segovia (con ramal á la Granja. . . . .)	76,000	76,000	»	87.000.000	»	Está autorizada per la ley una línea de Madrid á Valladolid por Segovia con subvencion de la provincia. Si se concediera, deberia suprimirse la que se propone aqui.
Medina del Campo, por Salamanca, á la frontera de Portugal. . . . .	193,410	107,000	»	111.500.000	»	Debe estudiarse la cuestion de la entrada y prolongacion en Portugal. Concedido hasta Salamanca.
Medina del Campo á Zamora. . . . .	89,320	»	»	»	»	En Explotacion.
Venta de Baños, por Palencia, á Santander.	228,211	»	»	»	»	Concedido y en explotacion, menos en el trozo de Reinos á Bárcena.
Quintanilla de las Torres á Orbó. . . . .	15,015	»	»	»	»	Concedido y en construccion.
Santander á Santoña. . . . .	40,000	40,000	»	40.000.000	»	No se ha estudiado.
Estepar á Alár. . . . .	70,000	»	70,000	»	48.000.000	Estudiado por particulares. No se ha presentado el proyecto. Empieza esta línea en Palencia á 239,881 metros de Madrid.
Palencia, por Leon y Lugo, á la Coruña. . . . .	530,487	»	»	»	»	Falta conceder desde Ponferrada á la Coruña, cuya subasta está ya anunciada.
Leon á Gijón. . . . .	194,587	»	»	»	»	Va á anunciarse la subasta luego que se termine la reforma que se está haciendo en los presupuestos.
Sama de Langreo á Gijón. . . . .	38,542	»	»	»	»	En explotacion.
De la línea de Palencia á la Coruña (Monforte) por Orense á Vigo. . . . .	170,752	»	»	»	»	El empalme podrá variarse en vista de los estudios que se practiquen. Falta conceder desde Orense al punto de empalme. Concedido y en construccion de Orense á Vigo.
Lugo á Rivadeo. . . . .	405,000	»	103,000	»	103.500.000	Estudiado por particulares, y presentado al Gobierno.
Betanzos al Ferrol. . . . .	40,000	40,000	»	40.000.000	»	No se ha estudiado.
Coruña (Cambre) á Vigo (Redondela). . . . .	183,525	20,500	120,000	20.000.000	120.000.000	La distancia aproximada está contada entre Cambre y Redondela.
Madrid, por Guadalajara, Zaragoza, Lerida, Barcelona y Gerona, á la frontera francesa (incluyendo la variante por Mataró). . . . .	919,563	»	»	»	»	En explotacion, menos de Gerona á la frontera. Falta la union de las estaciones en Zaragoza.
Torrálba por Soria, Castejon, Pamplona Irún, San Sebastian, Soria á Castejon.	569,263	435,600	105,000	215.000.000	84.000.900	Hay que estudiar los trozos que faltan de esta línea para escoger el mejor trazado entre los varios propuestos, y el punto extremo que podrá ser San Sebastian ó Pasajes. Concedido y en construccion.
Irún á Alsasua. . . . .	30,000	»	»	»	»	Concedido y en construccion.
Tardienta, por Huesca, á la frontera francesa.	165,775	142,000	»	230.000.000	»	Está á punto de explotarse de Tardienta á Huesca. Se supone la longitud y el coste probables de la línea de Huesca por Jaca y Canfranc, estudiado ya. Estos datos podrán variar, si de la informacion y estudio resultara la preferencia de otra direccion.

LINEAS.	LONGITUD total. — Ks. Ms.	LONGITUD QUE FALTA.		COSTE PROBABLE.		OBSERVACIONES.
		1.ª categoría. Ks. Ms.	2.ª categoría. Ks. Ms.	1.ª categoría Rvn.	2.ª categoría Rvn.	
Lérida á Tarragona. . . . .	100,549	»	»	»	»	Concedido. En explotacion, de Tarragona á Monblanch.
Calaf á San Saturnino. . . . .	55,240	»	Igualada á Calaf. 50,000	»	50.000.000	Concedido hasta Igualada. De Igualada á Calaf hay un estudio para ferro-carril servido por fuerza animal.
Barcelona á Sarriá. . . . .	4,600	»	»	»	»	En explotacion.
Granollers á San Juan de las Abadesas. . . . .	103,886	»	»	»	»	Concedido y en construccion.
Madrid, por Albacete, á Alicante. . . . .	454,385	»	»	»	»	En explotacion.
Aranjuez, por Cuenca y Teruel, á Castellon.	400,000	400,000	»	540 600 000	»	Se supone el punto de partida en Aranjuez. Pero hay estudios directos desde Madrid que deberán compararse con el de Aranjuez antes de fijar definitivamente esta linea. Una ley autoriza la concesion desde Aranjuez á Cuenca é Hinarejos.
De la linea de Aranjuez á Castellon (Landete) á Valencia. . . . .	126,000	»	Todo. 126,000	»	100.000.000	Se supone el empalme en Landete; pero antes de fijar esta linea deberá estudiarse la mejor direccion entre Cuenca y Teruel.
Castillejo á Toledo. . . . .	26,203	»	»	»	»	En explotacion.
Alcázar á Quintanar. . . . .	26,560	»	»	»	»	Concedido.
Albacete, por Murcia, á Cartajena. . . . .	247,076	»	»	»	»	Concedido y en explotacion de Murcia á Cartajena, y de Chinchilla á Hellin.
Almansa á Valencia. . . . .	136,699	»	»	»	»	En explotacion.
Alcázar, por Manzanares, Córdoba, Sevilla, Cádiz y Algeciras, á San Roque (con el ramal del Trocadero). . . . .	704,659	Cádiz á San Roque 410,000	»	100.000.000	»	Empieza esta linea en Alcázar á 447,6 142 metros de Madrid. Concedida hasta Cádiz. En explotacion, de Alcázar á Santa Cruz de Mudela, y de Córdoba á Cádiz. No está estudiado de Cádiz á San Roque.
Manzanares, por Ciudad-Real, á Badajoz y frontera de Portugal. . . . .	406,538	»	»	»	»	Empieza esta linea en Manzanares á 130 K. 500 metros de Madrid. Concedida. En explotacion, de Manzanares á Ciudad-Real, y de Badajoz á la frontera.
Castillo de Almorchon á Espiel. . . . .	63,445	»	»	»	»	Concedido.
Javalquinto, por Jaen, á Granada. . . . .	151,000	151,000	»	182.000.000	»	Debera estudiarse si conviene ir directamente á Granada, ó empalmar antes en Huetor, Tajar u otro punto con la linea de Campillos á Granada
Córdoba á Málaga. . . . .	191,506	»	»	»	»	Concedido. En explotacion de Málaga á Alora.
Córdoba á Espiel y Belmez. . . . .	79,180	»	»	»	»	Se concedió en 1856, sin que se hayan empezado las obras. Se ha de sacar de nuevo á subasta, rescindiendo el contrato de la empresa primitiva.
Sevilla á Huelva. . . . .	105,000	105,000	»	67.500.000	»	Estudiado por particulares.
Tharsis al Odiel. . . . .	43,473	»	»	»	»	Concedido.
Madrid por Talavera á Cáceres, y frontera de Portugal por Alburquerque. . . . .	407,000	407,000	»	350.000.000	»	Una ley autoriza una linea de Madrid á Malpartida. Deben compararse los varios trazados que hay hechos entre Madrid y Cáceres antes de fijar definitivamente la direccion de esta linea, asi como deberá estudiarse la cuestion de entrada y prolongacion en Portugal.
LONGITUD DE LAS LINEAS RADIALES Y SUS RAMALES.	7.975,903	1.754,100	556.000	1.792.000.000	487.500 000	

GRANDES TRASVERSALES Y SUS RAMALES.

LINEAS.	LONGITUD total. — Ks. Ms.	LONGITUD QUE FALTA.		COSTE PROBABLE.		OBSERVACIONES.
		1.ª categoría. Ks. Ms.	2.ª categoría. Ks. Ms.	1.ª categoría Rvn.	2.ª categoría Rvn.	
Bilbao por Miranda, Logroño, Castejon, Tudela, Zaragoza, Escatron á Tarragona (Reus). . . . .	567,151	»	Escatron á Reus. 139,000	»	170.000.000	En explotacion de Bilbao á Zaragoza. De este punto á Tarragona. Se supone que se aprovecha la concesion otorgada de Zaragoza á Escatron, y que la linea va á empalmar en Reus con la de Lérida á Tarragona. En la longitud puesta no se cuenta la de Zaragoza á las Casetas, que es 43,6 280 metros. Se está estudiando por particulares.
Minas de Triano á la ria de Bilbao. . . . .	8 539	»	»	»	»	Concedido.
Astorga por Zamora, Salamanca, Béjar, Cáceres Mérida á Sevilla. . . . .	685.706	Astorga á Merida. 495,000	»	469.000.000	»	Concedido de Mérida á Sevilla. Estudiado de Salamanca á Mérida. Una ley autoriza la concesion de Mérida á Alconetar. Falta estudiar de Salamanca á Astorga.
Valladolid á Almazan (ramal de Soria). . . . .	190,000	190,000	»	100 000.000	»	Se está estudiando por particulares.
De Ariza y Calatayud á Teruel. . . . .	140,000	140,000	»	110 000.000	»	Debe estudiarse el mejor punto de empalme. Se estudia esta linea por particulares.
Utrera por Marchena á Bobadilla. . . . .	104,000	Osuna á Bobadilla. 59,000	»	50.000.000	»	Va á concederse de Utrera á Osuna. De Osuna á Bobadilla no está estudiado. Hay que examinar cuál será el punto más conveniente para el enlace.
Campillos á Granada, Lorca, Murcia á Novelda. . . . .	509,500	Granada á Morena 510,000	Murcia á Novelda 65,000	279.000 000	58.500.000	Estudiado de Murcia á Novelda y de Murcia hasta la proximidad de Zújar. Falta el resto.
Valencia, Castellon, Tarragona á Barcelona. . . . .	362,586	»	»	»	»	Concedido. En explotacion de Valencia á Benicasain y de Barcelona á Martorell.
Utrera á Moron. . . . .	55,789	»	»	»	»	Concedido y en construccion.
Lorca por Vera á Almería. . . . .	106,000	106,000	»	75 000.000	»	No se ha estudiado.

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

LINEAS.	LONGITUD total. Ks. Ms.	LONGITUD QUE FALTA.		COSTE PROBABLE.		OBSERVACIONES.
		1.ª categoria. Ks. Ms.	2.ª categoria. Ks. Ms.	1.ª categoria. Rs. vn.	2.ª categoria. Rs. vn.	
Longitud de las grandes transversales y sus ramales.	2.707.111	1.280.000	224.000	1.063.000.000	228.500.000	
Longitud de las líneas radicales y sus ramales.	7.973.905	1.734.100	536.000	1.792.000.000	487.500.000	
TOTALES . . . . .	10.681.014	3.056.100	780.000	2.855.000.000	716.000.000	
		5.814.100		5.571.000.000		
<i>Ferro-carriles servidos por fuerza animal.</i>						
Carcajente á Gandía y Denia. . . . .	65,265	»	»	»	»	Concedido. Arranca de la línea de Almansa á Valencia. Podrá convertirse en líneas para locomotoras.
Mollet á las Caldas. . . . .	13,254	»	»	»	»	Concedido. Arranca de la línea de Madrid á Barcelona y Gerona.
TOTALES . . . . .	78.497	»	»	»	»	

ESTADO DE LAS CONCESIONES OTORGADAS DESDE 1.º DE ENERO DE 1864.

Núm. 16.

LÍNEAS.	CONCESIONARIOS	LEYES.	LONGITUD Ks. Ms.	PRESUPUESTOS. Rvn.	SUBVENCIÓN, Rvn.		FECHA de la concesión.	PLAZO para la terminación.		DÍA DEL VENCIMIENTO.
					Por la ley.	Por la subasta.		Años.	Meses.	
Alcázar de San Juan á Quintanar de la Orden. . . . .	D. Carlos Vazquez Cervela. . . . .	25 Marzo de 1864.	26,560	11.707.023,71	»	»	7 Junio de 1864.	5	»	7 Junio de 1867
Medina á Salamanca. . . . .	D. Carlos Moreau.	15 Abril de 1864.	78,410	52.000.000,00	»	»	20 Abril de 1864.	2	»	20 Abril de 1866
Mollet á Caldas de Mombuy. . . . .	D. Ramon Oños. . . . .	La general de ferro-carriles de fuerza animal. . . . .	13,254	1.948.945,84	»	»	15 Enero de 1864.	»	18	15 Julio de 1863.
Zaragoza á Escatron. . . . .	D. Leon Cappa. . . . .	24 Mayo de 1863.	81,063	51.925.544,05	»	»	30 Enero de 1864.	5	»	30 Enero de 1867.
Figuera á la frontera francesa. . . . .	Compañía de los ferro-carriles de Barcelona á Gerona.	Id. Id.	27,073	82.946.494,52	»	»	10 Marzo de 1864.	6	»	10 Marzo de 1870.
Castillo de Almorchon á Belmez. . . . .	D. Eugenio Abella.	Id. Id.	65,445	55.995.189,08	18.017.312,00	14.000.000,00	13 Abril de 1864.	2	»	15 Abril de 1866.

NOTA. El estado de las concesiones otorgadas hasta 31 de Diciembre de 1863 se publicó con la Memoria relativa al estado núm. 55 de las obras públicas en dicha fecha, y es el que ahora se menciona con el núm. 15.

LINEAS PARA CUYA CONCESION ESTA AUTORIZADO EL GOBIERNO.

Núm. 17.

LÍNEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	PRESUPUESTO. Rs. vn.	LEYES.	OBSERVACIONES.
Palencia á la Coruña. . . . .	512,557	414.555.861,75	21 Abril de 1858... 5 Junio de 1859..... 16 Junio de 1864...	Incluida en el plan con arreglo á los proyectos aprobados (cuadro núm. 11).
Monforte á Orense. . . . .	44,211	58.551.908	Las mismas. . . . .	Incluida en el plan, recomendando la variación del punto de empalme (cuadro número 11.)
Leon á Gijón. . . . .	194,587	550.091.382	Id. id.	Incluida en el plan con arreglo al proyecto aprobado (cuadro número 11)
Madrid á Valladolid por Segovia. . . . .	220,740	560.545.149	11 Julio de 1856....	Se instituye en el plan con un ramal de Navalperal á Segovia y la Granja (cuadro núm. 1.)
Utrillas á la Zaida. . . . .	»	»	»	»
Gargallo á Escatron. . . . .	»	»	3 Agosto de 1851...	No se incluyen entre las líneas del plan, por las razones que se indican en la Memoria.
Aranjuez á Cuenca y Henarejos. . . . .	Aranjuez á Cuenca. 158,000	Aranjuez á Cuenca. 119.939.569	11 Julio de 1856....	Forma parte de la que se incluye en el plan de Aranjuez, por Cuenca y Ternel á Castellon de la Plana (cuadro núm. 4.)
Córdoba á Espiel y Belmez. . . . .	79,180	90.617.155	24 Mayo de 1863...	Incluida en el plan (cuadro núm. 6).
Utrera á Osuna. . . . .	63,711	26.572.545,32	22 Mayo de 1864....	Id. (cuadro núm. 6).
Huelva á las minas de Buitroz, y de estas minas á Mérida. . . . .	»	»	19 Junio y 25 Noviembre de 1859.	No se incluyen en el plan por las razones que se indican en la Memoria.
Madrid á Malpartida. . . . .	239,000	170.000.000	9 Julio de 1856....	Se instituye en el plan con la de Madrid á la frontera portuguesa por Talavera y Cáceres (cuadro núm. 8.)
Mérida á Alconetar. . . . .	109,577	105.017.491	18 Junio de 1856....	Incluida en el plan, véase el cuadro núm. 8 para el trozo de Mérida á Cáceres, y el núm. 10 para el de Cáceres á Alconetar, que forma parte de la línea de Zamora á Cáceres.
Palma á Alcudia y Santa María á Manacor. . . . .	109,467	67.517.478,14	15 Abril de 1864. . .	No se incluye por estar limitado el plan á la Península.

(Se continuará.)

## ANTE-PROYECTOS

DEL

## PLAN GENERAL DE FERRO-CARRILES

*(Continuacion.)*

## INFORME Y ANTE-PROYECTO

DE LA

JUNTA CONSULTIVA DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS,

**Bases que deben servir de fundamento al ante-proyecto.***Lineas del litoral.*

Por último, aunque son muy diferentes, bajo todos sus aspectos, las circunstancias de las diversas regiones en que se dividen nuestras dilatadas costas de mar, y por lo mismo no sea igual en todas ellas la posibilidad ni los resultados probables del establecimiento de grandes líneas de ferro-carriles en las direcciones respectivas, no se puede ménos de decir algo bajo tan interesante punto de vista, siquiera sirva sólo para que se vayan fijando las ideas, sobre lo que en un porvenir más ó ménos cercano podrá tener lugar acerca de un particular que desde ahora ofrece un marcado interés.

En el litoral del Mediterráneo existen hasta cuatro provincias nuestras, cuyas capitales se encuentran sobre la orilla del mar: dos de ellas, Barcelona y Valencia, son por sí solas de las mayores y más ricas ciudades de la Península: sus puertos son también de los más concurridos. especialmente el primero, al que ningún otro le disputa la preferencia en España: otro puerto intermedio á aquellos y también capital de provincia, tiene asimismo una importancia reconocida, y á eso se agrega la ventaja de que las producciones de una gran parte de su territorio apenas ceden en valor y cuantía á las de las otras tres, que son de las más estimadas y ricas. Tantas circunstancias, reunidas á la gran facilidad que generalmente ofrecen las localidades á lo largo de aquellas costas, han permitido que, sin grandes sacrificios, y casi naturalmente, se haya planteado una extensa línea en la misma dirección, la cual en partes se explota ya, y en las restantes se halla muy adelantada, extendiéndose con igual carácter de línea del litoral, hasta empalmar en el Pirineo con otra de igual clase del vecino imperio.

De desear sería que las demas provincias litorales del Mediterráneo y las no menos importantes que baña el Occéano, reunieran á lo largo de sus costas tan ventajosas circunstancias, como las que han producido en las ántes mencionadas el pronto establecimiento de una extensa é importantísima línea de ferro-carril; más á semejante empeño se oponen desde luego grandes obstáculos naturales por una parte, y por otra el diverso modo como generalmente, ó casi en todas las restantes, se encuentra la población distribuida. No obstante, existen comarcas y provincias, así en el Occéano como en el Mediterráneo, en las que se pueden determinar las direcciones de algunas líneas si-

guiendo la costa, ó no internándose mucho de ella, que satisfarian grandemente y á la vez las necesidades de los pueblos respectivos y las de un tráfico general, cuyo mayor desarrollo fomentaria á los del interior.

A lo largo de la costa del Oeste de Galicia se halla ya iniciada, y debe completarse, una línea que favorece el tráfico directo de dos provincias y cinco ciudades importantes entre sí. De una manera análoga será posible y conveniente dirigir otra línea de costa en las provincias que baña el mar Cantábrico, hasta encontrar en Guipúzcoa el empalme que debe estudiarse en la línea de Madrid á Irun, llamada del Norte; y acaso reclamará Asturias, antes que pase mucho tiempo, que la misma línea se prolongue hasta internarse en aquella dilatada provincia, cuya mayor población y riqueza se extiende por su litoral. Por último, y á fin de que en el porvenir sea fácil establecer otra comunicacion semejante en la costa de uno y otro lado del Estrecho, no se pueden menos de tener presentes y aun aceptar desde luego las indicaciones que suministran los estudios especiales ya hechos, por un lado en la parte litoral de la provincia de Almería, y por el otro lado entre Cádiz y Algeciras, cuya línea se sabe que se estudia al presente. Entre Málaga y Vélez-Málaga se ha promovido también el establecimiento de un tranvía; y esta indicacion, unida á otras, suministra el convencimiento de que más adelante, y á medida que las dos citadas proporciones extremas avancen, se facilitará su reunion, que sin duda será impulsada por la notoria importancia del puerto de Málaga.

Basta la rápida ojeada que se acaba de presentar, para conocer que la Junta ha procurado principalmente, darse cuenta de la total suma de las necesidades de carácter general que en nuestro país puede considerarse que están desatendidas ó que con mayor preferencia y para satisfacer necesidades más urgentes reclaman el beneficio de los ferro-carriles, por cuyo medio esperan lograr también su mayor fomento.

Vol. 12, n° 21, 1864, pp. 246, 250-251

\* \* \*

## ANTE-PROYECTOS

DEL

## PLAN GENERAL DE FERRO-CARRILES

*(Continuacion.)***Red del Mediodía y su enlace con la del Este.**

Para servir los intereses de nuestras vastas y productivas provincias meridionales, hay un tronco principal que, derivándose en Alcázar de San Juan de la línea de Madrid á Alicante, penetra por Despeña-perros en la cuenca del Guadalquivir, sigue luego el valle de este rio por Córdoba hasta Sevilla, y termina en Cádiz. Salen de este tronco: la línea de Córdoba á Málaga, con un ramal desde Bobadilla á Granada; la de Córdoba á las minas

de Espiel y Bélmez, y los cortos ramales de Utrera á Osuna y á Moron. Además hay concedidas, una línea de Tharsis al río Odiel, en la provincia de Huelva, y la de Sevilla á Mérida, que enlaza esta red con la del Oeste.

Con las líneas indicadas quedan en comunicacion cinco capitales de provincia, á saber: Córdoba, Sevilla, Cádiz, Málaga y Granada.

Basta examinar ligeramente la configuracion del espacio á que esta red corresponde, y el estado de las importantes y ricas provincias que comprende para conocer la insuficiencia de las concesiones hechas. las cuales, no obstante, componen una longitud de 1.144 kilómetros 87 metros. Se ven completamente desatendidas las provincias de Huelva y de Almería; casi la totalidad de la de Jaen, inclusa su capital; y la porcion de la provincia de Cádiz, comprendida entre esta ciudad y el puerto de refugio de Algeciras, tan interesante por su inmediacion al Estrecho de Gibraltar; la provincia de Granada queda defectuosamente servida; y por último, no hay enlace alguno con la red del Este.

Para satisfacer estas necesidades con arreglo al pensamiento manifestado, se incluyen en este anteproyecto:

1.º Una línea, que derivándose del tronco principal, en cuanto atraviesa éste el Guadalquivir, vaya por Jaen á Granada, terminando, bien en Huétor, inmediato á Loja, donde encontrará la concedida de Bobadilla á Granada, ó bien en esta misma poblacion, separándose de la direccion anterior en las cercanias de Alcalá la Real, lo que determinarán nuevos reconocimientos que se verifiquen mientras se hace la informacion. Este ferro-carril ha sido estudiado, con autorizacion del Gobierno, por particulares, y es de gran importancia, porque mejora notablemente la comunicacion con Granada, la establece con Jaen, y pone tambien á esta ciudad en contacto con Málaga y con la costa. Su longitud probable, suponiendo el empalme en Huétor, lo que habrá de examinarse, como se acaba de decir, es de 150 kilómetros que podrán costar 182 millones de reales.

2.º Otra desde Granada á Murcia por Guadix, Baza y Lorca, que al mismo tiempo que proporciona el enlace que falta entre las redes del Mediodia y Levante, forma parte de la gran transversal de Gerona á Huelva. Su longitud será de 310 kilómetros, y su coste probable de 279 millones de reales.

Una parte de esta línea, la comprendida desde Murcia hasta las inmediaciones de Zújar ha sido estudiada por el Gobierno en el trazado de Murcia á Córdoba. desde Zújar á Granada no hay estudio alguno, y convendrá que se haga en tanto que se lleva á cabo la informacion, procurando rodear la sierra de Huétor-Santillan por el Puntal de Bogarre, á caer al valle del río Cubillas que vierte ya al Genil. Por los datos que se han podido tener á la vista, la longitud entre Murcia y Granada será de unos 310 kilómetros, que pueden evaluarse en 279 millones de reales.

3.º El ramal de Almería, por Vera á Lorca de unos 145 kilómetros de longitud probable y un coste de 150.500.000 reales.

4.º La prolongacion del ramal de Granada á Bobadilla, como continuacion de la gran transversal

antedicha, hasta Osuna, que tampoco tiene proyecto y deberá igualmente estudiarse; siendo su longitud 37 kilómetros, y el coste probable 30 millones de reales.

5.º La línea de Sevilla á Huelva, como parte de la ya mencionada gran transversal, que tambien ha sido estudiada por particulares: su longitud 105 kilómetros y su coste 67.500.000 rs.

6.º La de Huelva por las minas de Riotinto á empalmar hácia Zafra, ó los Santos, con la línea concedida de Mérida á Sevilla. El servicio de las minas de Riotinto, que dan abundante materia que trasportar, y la circunstancia de formar parte de la gran transversal y hasta intermaritima que en el Occidente de nuestra Peninsula ha de correr desde Gijon por Leon, Salamanca, Béjar, Plasencia, Cáceres y Mérida á Huelva, dan, á juicio de la Junta, suficiente fundamento á esta línea, que proporciona más pronta salida al mar á los productos de la mitad meridional de esta feracisima zona. Tampoco está estudiada, y conviene hacerlo. Su longitud será de 165 kilómetros, y su coste probable de 165 millones de reales.

7.º La que desprendiéndose del tronco principal en el punto conveniente, pase por Linares, yendo por los valles de Guadalimar y del Guadalmena, á Alcaráz y Albacete. Es de importancia esta línea, por el servicio que ha de prestar al distrito minero de Linares, á las comarcas de la Loma de Ubeda y de las villas Iznatorafe, Sabiote y Villacarrillo, y á los establecimientos metalúrgicos de Alcaráz; acortando considerablemente la distancia para el incesante cambio que se hace de los frutos de las provincias Orientales con las del Mediodia. Su estudio debe hacerse interin la informacion. La longitud será de 240 kilómetros, y el coste aproximado de 216 millones de reales.

8.º La línea propiamente del litoral debe empezar en Cádiz, y terminar en Almería, por la ninguna importancia de la costa comprendida entre Huelva y la embocadura del Guadalquivir, y porque la parte de Almería á Cartagena queda suplida con la línea de enlace desde Murcia á Lorca, y de Lorca á Almería.

Acumulada, como se sabe la poblacion en las costas; hallandose en las Meridionales los ricos criaderos de Sierra Almagrera (plata), Sierra de Gador y Sierra de Luxar (plomo), Barranco de los Caballos (calamina), Sierra Bermeja (hierro); existiendo inmediatas á las mismas multitud de fábricas de fundicion, desde la Garrucha ó Villaricos en el Golfo de Vera, hasta Marbella; habiendo tambien otras de azúcar en Adra, Motril, Almuñécar, Torrox y Torre del Mar; comprendiendo grandes espacios cultivados, y otros como el campo de Nijar, el de Roquetes y Dalias, los Llanos de Carchuna, etc que no tardará en beneficiar la industria, no puede caber duda en que el movimiento á que estas circunstancias han de dar lugar, exigirá la línea indicada, bien que se vaya estableciendo parcialmente. La longitud de esta línea será de 450 kilómetros y su coste ascenderá probablemente á 360 millones de reales.

De esta manera considera la Junta que se satisfarán las principales necesidades de esta red, sin perjuicio de otras líneas ménos importantes que

llegue á exigir el interés particular, y que podrán llevarse á cabo en lo sucesivo, si despues de examinadas se encuentra provechosa su existencia.

En resumen, la red del Mediodia y su union con la del Este contendrá, como demuestran los cuadros núms. 6.º y 7.º, además de las líneas concedidas, 1.600 kilómetros de líneas nuevas, que costarán 1,458 millones de reales.

### **Red del Oeste y su enlace con la del Mediodia y del Norte.**

En esta red se agrupan, el interés de las relaciones internacionales de España y Portugal, y las consideraciones relativas al fomento de las provincias extremeñas y parte de la Mancha. Esta abraza, sin embargo, unas comarcas de las más desatendidas hasta el día. La única línea concedida y en construcción, partiendo de Manzanares, sigue la dirección del Guadiana, por Ciudad-Real, Mérida y Badajoz, á la frontera de Portugal, donde empalma con la que al mismo punto viene desde Lisboa. Además, para la union con la red del Mediodia, está concedido el ferrocarril de Mérida á Sevilla. Pero todo el rico y extenso valle del Tajo, y gran parte de las vertientes derecha del Guadiana é izquierda del Duero, carecen completamente de vías perfeccionadas de transporte.

La gran riqueza y valia de estas regiones, y el interés de nuestras comunicaciones con Portugal, exigen á juicio de la Junta, en primer término, una línea que desde Madrid, siguiendo la cuenca del Tajo y pasando por Talavera en donde hasta cierto punto se reconcentra la potencia productiva del valle de este rio, penetre en Portugal, desviándose hácia Cáceres para entrar en dicho reino por Azumar; toda vez que ofrece grandes dificultades el continuar el Tajo desde Alconétar, segun lo demuestran los estudios que la Junta ha examinado, relativos á la navegacion del mismo rio. En la dirección acabada de indicar, es posible establecer una línea que más directa y completamente satisfaga á las mencionadas relaciones internacionales, contribuyendo al mismo tiempo muy eficazmente al fomento de una rica y extensa comarca. La línea que se deja indicada proporcionaria un acortamiento de 240 kilómetros, respecto á la actual de Ciudad-Real á Badajoz, para ir á Lisboa, al paso que dejaria bastante bien satisfechas las necesidades del tráfico interior, que en tan extensa comarca se encuentran hoy desatendidas.

Una ley de 9 de julio de 1856 autoriza al Gobierno para conceder un ferrocarril desde Madrid á Malpartida de Plasencia, por la Sagra de Toledo, Torrijos, Talavera y Naval Moral de la Mata; y además, hay entre varios estudios hechos por particulares, un proyecto que ha sido examinado por la Junta, desde Madrid por Talavera, Naval Moral, Trujillo y Cáceres á la frontera de Portugal en Azumar, sobre el cual está pendiente una proposición de ley en las Cortes para que su concesión se otorgue con subvención del Estado. Estas circunstancias obligan á un estudio detenido, ántes de fijar de un modo definitivo la línea de que se trata.

La Junta cree, que es necesaria además otra línea desde Salamanca por Béjar á Cáceres; y esto decide, en su sentir, la elección entre las dos direc-

ciones ántes mencionadas; porque realizándose el proyecto con arreglo á la citada ley del ferrocarril de Malpartida y prolongándole hasta Cáceres, su parte comprendida entre los dos últimos puntos se podria aprovechar para esta línea transversal, con lo que no sólo se ahorraria la construcción de un trozo de 82 kilómetros, en terreno bastante escabroso, y dos pasos en las riberas del Tajo y del Almonte, que constituyen las mayores dificultades que hay que vencer para ir desde Madrid á Cáceres, sino que también se obtendria algun acortamiento,

Por estas consideraciones, y no perdiendo de vista que, solamente en un caso extraordinario, cuando razones de alto interés general del país lo aconsejasen, podria proponerse la modificación de una ley relativa á la ejecución de un ferrocarril, la Junta que en este caso ve ventajas en el cumplimiento de la yacitada de Malpartida, incluye en el plan la línea directa de Madrid á Cáceres y la frontera de Portugal por las inmediaciones de Plasencia. La longitud será de 597 kilómetros, y su presupuesto de 540 millones de reales.

La línea transversal que ya se deja mencionada, y que la Junta considera de grande interés, porque ha de servir para la union de las redes del Norte y del Oeste, poniendo en comunicación directa con Andalucía hasta Cádiz á toda la región del Norte y Noroeste de España, es, segun se deja indicado, la que partiendo de Salamanca, se dirija por Béjar á Cáceres, desde donde continuará hasta Mérida.

Adoptando el trazado propuesto para la anterior, esta línea tendrá de comun con ella el trozo comprendido entre las inmediaciones de Plasencia y Cáceres, la parte de este último punto á Mérida ha sido estudiada por el Gobierno, y tiene de longitud 70 kilómetros, y un presupuesto de 69 millones de reales.

La de Plasencia ó sus inmediaciones á Salamanca, será de 158 kilómetros, y su coste de 165 millones de reales.

Concedida ya una línea de Medina del Campo á Salamanca; parece conveniente prolongarla hasta la frontera de Portugal por Aldea del Obispo, donde se enlazará con otra que, segun noticias de la Junta, se dirige de aquel reino al punto acabado de citar. Esta prolongación ha sido estudiada por particulares; su longitud es de 155 kilómetros, y su coste probable 155 millones de reales.

La cuestión de enlace de esta línea con los ferrocarriles portugueses, á la vez que las relativas á la línea directa de Portugal por Cáceres, ó siguiendo el Tajo hasta este reino, y otras internacionales, que en esta región podrian proponerse, sea yendo á Portugal desde Salamanca por Vitigudino y la Fregeneda, ó en la dirección de Braganza desde Zamora, así como la comparación de estas con la de Aldea del Obispo, para elegir la que mejor satisfaga todos los intereses, deberan estudiarse sobre el terreno, y en el vecino reino, por uno ó mas Ingenieros, en tanto que se hace la información pública de la misma manera que se ha propuesto para el ferrocarril de los Pirineos centrales.

El enlace de las redes del Oeste y del Mediodia está bastante atendido, á juicio de la Junta, con la línea concedida de Mérida á Sevilla y los dos ra-

## REVISTA DE OBRAS PUBLICAS.

males de Córdoba y castillo de Almorchon a las minas de Guadalcanal y Bélmez, que se unen en este último punto. La Junta, por lo tanto, no ha creído necesario proponer nada más para llenar el objeto acabado de indicar

En resumen: para satisfacer las necesidades de la region del Oeste y sus enlaces con el Medio-

dia y Noroeste, sólo existen en el día concedidos y en construccion 658 kilòmetros 707 metros. Para completar la red correspondiente y sus enlaces, la Junta incluye en su ante-proyecto 758 kilòmetros, cuyo total coste aproximado será de 707 millones de reales vellon. (Véanse los cuadros 8. 9 y 10).

Vol. 12, nº 23, 1864, pp. 268-271

\* \* \*

## ANTE-PROYECTOS DEL PLAN GENERAL DE FERRO-CARRILES.

(Conclusion.)

## RED DEL MEDIODIA.

Núm. 6.

## Líneas concedidas ó autorizadas.

## Estado actual de la red.

Madrid á Alcázar 147, k 142 metros.

LÍNEAS.	LONGITUD. Ks Ms.	ESTADO ACTUAL.
Alcázar de S. Juan por Córdoba y Sevilla á Cádiz, con ramal de Puerto Real al Trocadero. . . . .	594 659	En explotación desde Alcázar á Santa Cruz de Mudela, y de Córdoba á Cádiz.
Córdoba á Málaga . . . . .	191 506	En explotación desde Málaga á Alora.
Bobadilla a Granada . . . . .	154 500	En construcción.
Córdoba á Espiel y Belmez . . . . .	79 180	Se concedió en 1856. No están empezadas las obras. Se ha de sacar de nuevo á subasta la subvencion concedida a los caminos carboneros.
Utrera á Marchena y Osuna. . . . .	65 000	Autorizada para la concesion.
Utrera á Moron. . . . .	35 789	En construcción.
Tharsis al Odiel. . . . .	43 475	Concedida.
LONGITUD TOTAL CONCEDIDA.. . . .	1.144,087	de la que hay en explotación 424, k 539 metros.

## Líneas propuestas por la Junta para completar la red por ahora.

LÍNEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE. Rs. vn.	CLASIFICACION.
Javalquinto, á la línea de Madrid á Cádiz, por Jaen á Granada ó Huetor-Tajar. . . . .	150	182.000.000	»
Sevilla a Huelva. . . . .	105	67.500.000	»
Cádiz (San Fernando) hasta Almeria por Algeciras, San Roque y Malaga. . . . .	450	360.000.000	»
Zafra ó los Santos, á Huelva por las minas de Rio-Tinto. . . . .	165	165.000.000	»
Osuna á encontrar la línea de Córdoba a Málaga en Bobadilla. . . . .	37	50.000.000	»
TOTALES. . . . .	905	802.500.000	

## UNION DE LAS REDES DEL ESTE Y DEL MEDIODIA. Núm. 7.

## Líneas concedidas ó autorizadas: Ninguna.

## Líneas propuestas por la Junta.

LÍNEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE. Rs. vn.	CLASIFICACION.
Albacete, Alcázar, loma de Ubeda á empalmar con la de Madrid á Cádiz. . . . .	240,000	216.000.000	»
De Murcia á Granada por Lorca. . . . .	510,000	279.000.000	»
De Lorca á Almeria. . . . .	145,000	150.500,000	»
TOTALES. . . . .	416,000	625.500.000	

**RED DEL OESTE.**

Núm. 8.

**Lineas concedidas ó autorizadas.****Estado actual de la red.**Madrid á Manzanares 196,<sup>k</sup>386 metros.

LINEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	ESTADO ACTUAL.
Manzanares á la frontera de Portugal por Ciudad Real y Badajoz. . . . .	406,558	En explotacion de Manzanares á Ciudad Real. y de Badajoz á la frontera de Portugal: el resto en construccion. Concedida. de la que hay en explotacion 70, <sup>k</sup> 500 metros.
Castillo de Almorchon á Belmez. . . . .	65,445	
LONGITUD TOTAL .. . . .	470,004	

*Lineas propuestas por la Junta para completar la red por ahora.*

LINEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE. Rs. vn.	CLASIFICACION.
Madrid por Talavera y Cáceres á la frontera de Portugal por Azumar. . . . .	397,000	540.000.000	»
Mérida á Cáceres. . . . .	70,000	69 000.000	»
Salamanca á la frontera de Portugal en direccion á Oporto ó Almeida. . . . .	133,000	155.000.000	»
TOTALES.. . . .	600,000	419.000 000	

**UNION DE LAS REDES DEL MEDIODIA Y DEL OESTE. Núm 9.****Lineas concedidas ó autorizadas.****Estado actual de la red.**

LINEAS.	LONGITUD. Ks. Ms.	ESTADO ACTUAL.
Sevilla á Mérida. . . . .	188.706	Concedida.

*Lineas propuestas por la Junta para enlazar estas redes: Ninguna.*

Núm. 15.

**RESÚMEN GENERAL.**

REDES Y UNIONES.	LONGITUD concedida ó autorizada. Ks. Ms.	LONGITUD en explotacion. Ks. Ms.	LONGITUD que se aumenta. Ks. Ms.	COSTE PROBABLE de las nuevas lineas. Rvn.	LONG.TOTAL con las linea aumentadas. Ks. Ms.
Norte. . . . .	4.165,742	980,952	401,741	650.513.142	1.567,485
Nordeste. . . . .	1.588,528	951,505	516,247	900.557.855	1.934,475
Union de las anteriores. . . . .	561,850	331,485	210,000	150.000.000	571,850
Este. . . . .	890,721	751,609	565,000	408.000.000	1.455,721
Union de las anteriores. . . . .	260,306	78,246	140,000	110.000.000	400,506
Mediodia. . . . .	1.144,087	424,539	905,000	802.500.000	2.049,087
Union de las anteriores. . . . .	»	»	695,000	625.500.000	695,000
Oeste. . . . .	470,001	70,500	600,000	542.000.000	1.070,001
Union de las anteriores. . . . .	188,706	»	»	»	188,706
Union del Oeste y del Norte. . . . .	»	»	158,000	165.500.000	158,000
Noroeste. . . . .	997,173	160,917	470,000	419.500.000	1.467,173
Union del Noroeste y el Oeste. . . . .	»	»	690,000	689.500.000	690,000
TOTALES. . . . .	6.866,814	5.729,455	5.380,988	5.412.670.995	12.247,802



**CARTA**  
 DEL  
 Anteproyecto del Plan general de  
 FERRO-CARRILES.  
 Explicacion  
 Ferros carriles en explotacion y construccion.....  
 Id. id. propuestas por la Comision.....  
 Id. id. id. por la Junta Consultiva.....



## PLAN GENERAL DE FERRO-CARRILES

**Anteproyectos.**

LÁMINA 34, TOMO XII.

(Véase el núm. 7.º de este año.)

(Continuacion.)

Ménos aún creemos que haya de comprenderse en este plan la línea propuesta por la Mayoría de la Junta entre Santander y Zumárraga en el ferrocarril del Norte como parte de una línea de costa, que *enlace entre sí las poblaciones importantes del litoral cantábrico*. En su dictámen, no sólo en esta red, sino en las demás de los dos litorales de nuestra Península opina que deben establecerse líneas de costa, y como tales considera ó propone en la del Mediterráneo la de la frontera por Gerona, Barcelona, Tarragona, Valencia, Almansa, Novelda, Murcia, Lorca, Almería, Málaga y Algeciras á Cádiz; y en el Océano, de Ribadeo en Lugo por Oviedo, Santander y Bilbao á empalmar en el ferrocarril del Norte en Zumárraga.

\* \* \*

Efectivamente, la Comisión propone una línea de Cádiz a San Roque, cuya necesidad y conveniencia se deriva, no de ser línea de costa, sino de enlazar con Cádiz y nuestra red general de caminos de hierro el puerto de Algeciras, declarado de refugio, Tarifa, que con Ceuta dominan el Estrecho de Gibraltar, y el Campo ó San Roque, que se halla al frente de esta plaza española que está hoy en poder de los ingleses; y Algeciras, Tarifa y San Roque, si fuera más fácil y más conveniente, se enlazarían con nuestra red de comunicaciones en cualquier otro punto, aunque dejara de ser de costa el camino que con este objeto se propusiera. La línea de la frontera por Gerona y Barcelona á Tarragona y Reus, que parece clasificada también como línea de costa, no se ha proyectado y ejecutado con este carácter: debe su origen este ferrocarril á la necesidad de comunicarnos con Francia por el extremo oriental de los Pirineos; á pasar la línea naturalmente por Gerona; aunque no existiera esta circunstancia, á la necesidad de unir esta capital de provincia con Barcelona y con el resto del país; y á la precisión de servir el tráfico considerable que existe entre dicha ciudad de Barcelona, Tarragona y Reus: dadas las situaciones de estos puntos de sujeción del trazado, la línea podrá calificarse con más ó ménos exactitud, como línea de costa; y sin embargo, del mismo modo habría existido en el interior, supuestas las condiciones y circunstancias que acabamos de indicar, si hubiese sido otra la situación de los puntos que determinan su trazado.

Vol. 13, nº 7, abril de 1865, pp. 141, 143-144

\* \* \*

## FERRO-CARRIL DE CÁDIZ Á GIBRALTAR.

Esta línea, cuyo objeto es completar la central del Mediodía, y la no menos importante del litoral del Mediterráneo; que política y militarmente considerada es de la mayor importancia, y que tiene, puede decirse, interés europeo, puesto que con ella se disminuirán los gravísimos inconvenientes que ofrece mucha parte del año la azarosa travesía del Estrecho, arranca de Cádiz, y pasando por San Fernando, Chiclana, Conil, Vejer, Tarifa, Algeciras y San Roque, va á terminar en la zona neutral que separa nuestro territorio del de Gibraltar. Su longitud, con arreglo al proyecto recientemente aprobado, es de 137 kilómetros.

Este proyecto, que con razón figura entre los más notables que en cualquier parte se puedan presentar, ha sido estudiado, á espensas de una empresa particular, por el Ingeniero Jefe de 1.ª clase del Cuerpo de Caminos, D. Javier Boguerin, autor de otros trabajos análogos de que ha dado noticia la REVISTA, y alguno de los cuales se ha publicado en nuestra colección.

La traza propuesta es, como se ha dicho, de 137 kilómetros; pero como para justificar su acertada elección se presentan con ella muy oportunamente cuatro variantes, que juntas suman 47, resulta que la longitud total estudiada es de 184 kilómetros.

El terreno que cruza la línea es en lo general bastante áspero y montuoso, y ha exigido por consiguiente un estudio muy detenido para vencer con acierto, como al fin se ha conseguido, las muchas dificultades que se presentaban, sobre todo en el paso de la divisoria entre el río Barbate y el mar, y en el trozo de costa comprendido entre Tarifa y Algeciras, en el cual, y á pesar de cuantos esfuerzos se han hecho, no ha sido posible evitar algunas obras de consideración. Eso no obstante, el coste que se calcula para el camino nada tiene de exagerado: su presupuesto total asciende á 42.932.160 escudos, siendo por consecuencia de 92.375 el coste kilométrico, tenidos en cuenta hasta los gastos más insignificantes que en obras de esta clase se suelen ocasionar. El trazado, tanto en plano como en perfil, reúne condiciones técnicas inmejorables, que permitirán explotar el camino con economía y facilidad.

El proyecto de este ferrocarril, que es lo que principalmente tratamos de dar á conocer, se ha presentado con suma claridad y con gran riqueza de datos, cálculos y comprobaciones, y los documentos de que consta, formados ó redactados con precisión y buen gusto en todas sus partes, ofrecen en algunas de ellas bastante novedad. La Memoria no adolece de la pesada descripción que comúnmente se hace, sino que después de motivar ó demostrar lo esencial y refiriéndose á los completísimos estados que acompaña para los pormenores, se limita á poner de relieve las dificultades especiales, las curvas y rasantes más obligadas y las obras más importantes de cada clase que hay en los diversos trozos en que la línea está dividida. En los planos topográficos está el relieve del terreno representado con la mayor claridad y exactitud por medio de curvas de nivel que permiten juzgar al primer golpe de vista de la buena elección del trazado: en el perfil longitudinal que, aunque con muchos números, nada hay confuso, se tienen cuantos datos pueden necesitarse para el más escrupuloso replanteo, y para que nada falte hasta la naturaleza y cultivo de los terrenos se indican en él. Las obras de fábrica y edificios, que en su mayor parte son proyectos especiales para cada localidad, forman una excelente colección que nada deja que desear por su buen gusto y sencillez y por hallarse en todos los dibujos representadas las fábricas con la mayor propiedad.

Los presupuestos se presentan subdivididos por clases de obras, bajo una forma análoga á la de los estados, con los cuales y con la relación de precios están perfectamente armonizados para hacer casi instantáneamente

cualquier comprobación. En todos estos documentos es donde el autor del proyecto mas se ha separado de los formularios, y nosotros aplaudimos su decision, pues aunque le habrá dado sin duda alguna mas trabajo, tendrá en cambio la tranquilidad de no haber cometido errores de consideracion, que de otro modo serian tal vez inevitables.

Todo lo relativo á la explotacion y cálculo de rendimientos probables se presenta en este proyecto con mucha extension y claridad, habiendo dado á las tarifas una forma distinta pero mas conveniente que la del modelo. Unese á esta parte del estudio un reglamento completo de explotacion, cuyo documento, aunque del mayor interés, no se habia presentado hasta el dia, porque no lo exigen la ley ni las instrucciones vigentes.

A los documentos anteriores acompaña un extenso pliego de condiciones facultativas, que aunque tampoco lo exige la ley, se considera indispensable por la Junta consultiva en la actualidad.

Para concluir pudiéramos decir en resumen el juicio que de este proyecto hemos formado; pero como nada hay mas elocuente que lo manifestado oficialmente por las personas que acerca de él han tenido que informar, nos limitaremos á copiar en extracto las conclusiones de los respectivos dictámenes de la Inspeccion y de la Administracion.

La Inspeccion en su favorable informe, despues de calificarlo de un verdadero trabajo científico y artístico á la vez, manifiesta que es el proyecto mas completo y mejor estudiado de cuantos ha tenido ocasion de examinar.

La Junta consultiva en pleno, aceptando los justos elogios de la Division, y conforme con el parecer de la Seccion 3.ª, acordó por unanimidad consultar al Gobierno: 1.º, que el proyecto era aprobable en todas sus partes; 2.º, que por ser este trabajo verdaderamente notable, tanto en su esencia, como por la novedad, extension, lucidez y gran copia de datos con que se halla estudiado y redactado, el Ingeniero Boguerin se ha hecho digno de ser recomendado muy especialmente á la Direccion general de Obras públicas para que le sirva de estímulo, y como merecida recompensa por el celo, inteligencia y laboriosidad que ha desplegado en tan importante trabajo; y 3.º, que reuniendo el proyecto cuantos requisitos y condiciones pueden apetecerse, y pudiendo por lo tanto figurar muy dignamente en la Exposicion universal, se remita á dicho concurso con los demás trabajos de esta clase que ya tiene reunidos la Comision especial.

Despues de transcribir estas líneas, solo nos resta manifestar que hemos tenido una verdadera satisfaccion en que haya sido tan dignamente apreciado el mérito de los trabajos del Sr. Boguerin, que examinamos á su tiempo con el mayor placer, y creemos que en la Exposicion, donde ya se hallan, ocuparán el lugar que justamente merecen.

*Vol. 15, n.º 12, junio de 1867, pp. 146-147*

\* \* \*

### **Proyecto de un ferro-carril de Cádiz á Gibraltar.**

Este proyecto, que consta de cinco volúmenes, y del que se comprenderá fácilmente la importancia y lo bien presentados que están los trabajos, va acompañado, como puede observarse, de un gran lujo de detalles, y las consideraciones generales y de gran importancia que en él se consignan han hecho que la Junta superior consultiva de Caminos, Canales y Puertos lo haya considerado digno de figurar en el concurso universal, y haya propuesto su envio, habiéndolo así dispuesto la Superioridad. Hace ver tambien este proyecto cómo se presentan algunas veces los de obras análogas estudiadas por los Ingenieros que están al servicio de las empresas.

*Vol. 15, n.º 12, junio de 1867, p. 143*

\* \* \*

### **FERRO-CARRIL DE SEVILLA Á MÉRIDA.**

El dia 1.º de Mayo se ha inaugurado la explotacion de esta importante via, en los 12 kilómetros que comprende la seccion desde la estacion de Tocina, en la línea de Córdoba, hasta las minas de carbon de Villanueva.

Lo notable del acontecimiento se comprenderá más cuando se recuerde que estas obras no pudieron llevarse á cabo en tiempos anteriores, á pesar de la poderosa ayuda que el Gobierno ofrecia, y que hoy se ha realizado sin subvencion alguna, sin más auxilio que la ley comun, y renunciando el concesionario, nuestro querido compañero el señor Pastor, el derecho de expropiacion forzosa.

Si el decreto de 14 de Noviembre de 1868 necesitase alguna justificacion, la tendria y muy cumplida, con el hecho de que nos ocupamos, que ha venido á añadir un nuevo testimonio en apoyo de la excelencia de los verdaderos principios de la ciencia económica.

Y no se crea que el Sr. Pastor no ha tenido que luchar con grandes obstáculos hijos de la preocupacion producida por la rutina de ver, hasta hace poco tiempo, en todo la mano del Gobierno, y fiar, por lo tanto, poco del alcance de la iniciativa privada, ni que las obras realizadas sean de escasa dificultad; pero, por una parte la bondad de los verdaderos principios de la ciencia económica, como hemos dicho, y por otra la energia de carácter y la actividad é inteligencia del concesionario, han hecho desaparecer los obstáculos y terminar los trabajos de la seccion inaugurada, hasta el punto de poderse abrir á la explotacion.

En los 12 kilómetros se encuentran: un puente sobre el Guadalquivir, de 210 metros de longitud, hoy provisional de madera, pero que en breve será definitivo, de hierro, apoyado en pilas de ladrillo de 14 metros de altura; desmontes de 9 metros de cota y más de 100 de longitud; terraplenes de 17 metros de altura por 200 de longitud, y otras muchas obras de fábrica y tierra de menor importancia que las enumeradas, encontrándose, ademas, bastante adelantados los trabajos de la seccion segunda, ó sea hasta el Pedroso.

La Redaccion de la REVISTA se complace en enviar al Sr. Pastor los más sinceros plácemes por las obras realizadas, y hace fervientes votos por poder enviarle, en breve plazo, los á que se hará acreedor por la terminacion de toda la línea.

Debemos, por último, hacer constar que á la inauguracion asistieron el Excmo. Sr. Director general de Obras Públicas, Agricultura, Industria y Comercio, el Gobernador de la provincia, el Regente de la Audiencia, el Jefe del negociado de Ferro-carriles en el Ministerio de Fomento, los Ingenieros de todas clases residentes en Sevilla, y comisiones en representacion de todos los intereses de aquella provincia.

Vol. 18, nº 11, junio de 1870, pp. 133-134

\* \* \*

NOTICIAS VARIAS.

**AUTORIZACIONES.—FERRO-CARRILES.**—Se ha autorizado á D. José Ramirez Falero, vecino de Madrid, para que en el término de un año pueda verificar los estudios de un ferro-carril económico de Huercal-Overa á Almería.

Idem á D. Valentin de Domingo y Roca, vecino de Madrid, y D. Carlos Le Beuf, que lo es de Bayona (Francia), para que en el término de un año puedan verificar los estudios de un ferro-carril de Soria á Pamplona.

Idem á D. José Alcober, vecino de Madrid, para que en el término de un año pueda verificar los es-

tudios de un tranvía que, partiendo de Medina de Rioseco y pasando por Mayorga y Santas Martas, termine en el ferro-carril de Palencia á Leon.

Idem á D. Valentin de Domingo, vecino de Madrid, y D. Carlos Le Beuf, que lo es de Bayona (Francia), para que en el término de un año puedan practicar los estudios de un ferro-carril que, partiendo de Pamplona, suba por el Valle del Arga, remonte el curso de dicho rio y pase por Huarte, Zubiri, Engui, atraviase la garganta de Urtiaga, siguiendo el curso del rio Urepel, para entrar en Francia por el pueblo frances Urepel.

Se ha autorizado á D. Carlos de Aguirre y Labroche, vecino de Madrid, y D. Fermin María del Rivero y Ortigosa, que lo es de Bilbao, para que en el término de un año puedan verificar los estudios de un ferro-carril que, partiendo de la Sierra del Medro, vaya á terminar en el puerto de Aguilas ó en el de San Juan de Terreros.

Se ha autorizado á la Diputacion provincial de Segovia para que en el término de un año pueda verificar los estudios de un ferro-carril que, partiendo de Madrid á Valladolid en Medina del Campo, termine en Segovia.

Vol. 28, nº 7, abril de 1880, p. 84

\* \* \*

**FERRO-CARRILES ESPAÑOLES.**

En 1.º de Junio corriente se ha inaugurado una seccion de 6 kilómetros próximamente entre Valls y Ricamoixons, perteneciente á la línea de Valls á Villanueva y Barcelona, una de las que forman la red de la Compañía llamada de los ferro-carriles directos de Madrid y Zaragoza á Barcelona. Se ha establecido una estacion provisional en el mismo pueblo de Ricamoixons, en lugar de hacerlo en la confluencia de la línea de Valls con la de Lérida á Reus y Tarragona, á causa de las dificultades que se encuentran para el acuerdo con la Compañía de estos ferro-carriles, que es necesario intentar, segun previene la Real orden de aprobacion del proyecto de la línea de Valls.

Nos consta que la Compañía de los ferro-carriles directos ha presentado tres soluciones. Ofrecemos tener á nuestros lectores al corriente de lo

que se resuelva en la interesante cuestion del empalme de las líneas referidas.

Se considera probable que la línea general de los ferro-carriles de Galicia estará terminada y en explotacion durante el próximo mes de Agosto; el Gobierno procura que las obras de Orense á Monforte terminen en breve plazo para que esta línea enlace con la general de Palencia á la Coruña.

Se trabaja con gran actividad en la línea de Salamanca á la frontera de Portugal, habiéndose terminado la explotacion en una extension de 80 kilómetros.

La Compañía de los ferro-carriles andaluces ha presentado el proyecto de prolongacion de la línea de Córdoba á Málaga hasta el muelle de este puerto.

Buques de vapor mayores de 50 toneladas matriculados en 1.º de Enero de 1883 en España é islas adyacentes:

1.º Bilbao. . . . .	82
2.º Barcelona. . . . .	68
3.º Sevilla. . . . .	34
4.º Cádiz. . . . .	21
5.º Gijon. . . . .	17
6.º Santander. . . . .	16
7.º Mallorca. . . . .	9
8.º San Sebastian. . . . .	7
9.º Valencia. . . . .	6
10. Cartagena. . . . .	6
11. Coruña. . . . .	5
12. Ferrol. . . . .	5
13. Alicante. . . . .	3

Vol. 31-1, nº 11, junio de 1883, p. 81

\* \* \*

**Tranvía eléctrico en Linares.**

Según la *Gaceta de los Caminos de Hierro*, se ha constituido en París una empresa para la construcción de un tranvía eléctrico de trole, con vía de un metro de ancho, de doce kilómetros de longitud, que atravesando la ciudad de Linares, enlace la estación de los ferrocarriles Andaluces (línea de Málaga) y la estación de la línea de Madrid á Sevilla.

El proyectado tranvía se dividirá en dos secciones, que no exigen ninguna obra importante, porque casi todo el trayecto va por carretera, y durante nueve ó diez meses del año podrá contar con energía hidro-eléctrica barata, mediante un contrato con la fábrica del Salto de los Escuderos para disponer de 300 caballos, que es lo que necesita, á razón de 15 céntimos el kilovatio-hora.

Además de poner en comunicación las estaciones citadas entre sí y con Linares, une también aquella población con las tres grandes fundiciones de plomos y con los principales establecimientos mineros de aquel importante distrito industrial, que sin duda proporcionarán á la línea gran tráfico de viajeros y de mercancías.

*Vol. 51-2, nº 1.424, enero de 1903, p. 21*

\* \* \*

**El ferrocarril de Moreda á Granada.**

Las noticias que se reciben de los trabajos del importante trozo de Daifontes á Albolote, en la línea de Moreda á Granada, son en extremo satisfactorias.

Las obras adelantan con gran rapidez, habiéndose sentado vía en más de cinco kilómetros, y actualmente se sigue acumulando material para proseguir en estos trabajos, que se hacen desde el Chaparral hacia Albolote, y desde el primer punto con dirección á Daifontes.

De los tres puentes que faltaban por construir, dos se han terminado por completo, restando sólo uno que hay inmediato á Daifontes, y á cuyas obras se imprime la mayor actividad, pues casi de su terminación depende la inauguración de este trozo en 17 kilómetros.

Por retrasos involuntarios sufridos en este indicado puente, no se podrá dar por concluido este trozo hasta el próximo mes de Febrero.

La estación de Albolote se está construyendo igualmente que las casetas destinadas á guardaaguas, y en plazo muy breve quedarán entregadas á la Compañía constructora.

*Vol. 51-2, nº 1.425, enero de 1903, p. 26*

\* \* \*

**El ferrocarril de Murcia á Granada.**

Según noticias de Guadix y Baza, las obras del ferrocarril de Murcia á Granada continúan con gran actividad en los dos extremos de la citada línea.

En las cercanías de Guadix numerosas brigadas de trabajadores se ocupan actualmente en la construcción de las trincheras.

También continúa trabajándose en Baul en el puente de fábrica que ha de salvar el expresado río.

*Vol. 51-2, nº 1.455, agosto de 1903, p. 447*

\* \* \*

**La línea de Linares á Almería.**

Continúan rápidamente los trabajos del trozo de Baeza á Linares, del ferrocarril de este último punto á Almería, y la actividad es grande en las obras de las trincheras, así como en el edificio de la estación de Linares.

Es casi seguro que en el próximo mes de Mayo estará terminado por completo el trozo citado, y entonces los trenes que salgan de Almería llegarán directamente á Linares.

*Vol. 51-2, nº 1.472, diciembre de 1903, p. 657*

\* \* \*

**Tranvía de Granada.**

Contratada la instalación del material eléctrico de los tranvías de Granada, éste comprenderá 12 coches para vía de un metro, de dos motores G. E.-58 de 27 caballos cada uno, con reguladores ó combinadores tipo B 18, dipuestos para el frenaje electro-reostático por la misma manivela de marcha.

Los coches llevarán, además, todos los accesorios acostumbrados, como pararrayos, interruptor automático y á mano, con soplador magnético, fusibles y resistencias.

La línea aérea tendrá una longitud simple aproximada de 19.000 metros, y el diámetro del hilo del trole será de 8,25 milímetros, provista de los feeders en número de tres, aisladores, interruptores de sección, pararrayos necesarios, además de las conexiones eléctricas de la vía y de la protección telefónica.

Aparte de los coches mencionados, la instalación eléctrica comprende el taller, alumbrado de dependencias, etc. La energía necesaria será suministrada por la Electra de la Vega Granadina, instalando únicamente la Empresa del tranvía el cuadro de distribución ó integrador de la energía consumida.

*Vol. 51-2, nº 1.483, febrero de 1904, p. 112*

\* \* \*

**Ferrocarril de Ayamonte.**

Según *El Liberal*, de Huelva, los Ingenieros que estudian el trazado de un ferrocarril de Huelva á Ayamonte continúan con gran actividad sus trabajos.

El proyectado ferrocarril está dentro del plan de los llamados secundarios. Será, por consiguiente, de vía estrecha.

Su trazado, según nuestros informes, sigue paralelo al ferrocarril de Zafra, por el lado de la marisma, para evitarse mayor expropiación, hasta Gibraltón. Desde aquí sigue para Cartaya, Lope, Isla Cristina á Ayamonte.

Su estación en Huelva tendrá su emplazamiento entre el camino del molino de la Vega y el Real de la Feria.

*Vol. 52-2, nº 1.486, marzo de 1904, p. 154*

\* \* \*

**Tranvía eléctrico en Sevilla.**

Se ha aprobado un proyecto de tranvía por tracción eléctrica entre Sevilla, San Juan de Aznalfarache, Castilleja de la Cuesta, Gines, Camas y Santiponce, que viene á colocar á la capital andaluza á la altura de otras de su importancia, poniéndola en comunicación directa y constante con los pueblos limítrofes ya citados.

Esta nueva línea circulará en Sevilla sobre vías propias.

Las tarifas serán las mismas aplicadas á la red urbana, ó sea 10 céntimos por viajero y kilómetro como maximum, en los trayectos que se expresan.

La inspección de las nuevas líneas correrá á cargo del Ayuntamiento de Sevilla, sobre las vías municipales; de la Diputación provincial, en la carretera de Sevilla á Coria, y de los Ingenieros del Estado, en los demás trayectos.

Falta sólo para terminar el expediente, que se proceda á la valoración del proyecto y gastos de la concesión, siendo de esperar que, verificada la subasta que ha de celebrarse á los cuarenta días de anunciada en los diarios oficiales, comiencen sin dilación las obras en un período máximo de tres meses.

El nuevo tranvía partirá desde la plaza de San Fernando.

*Vol. 52-2, nº 1.488, marzo de 1904, p. 191*

\* \* \*

**Tranvía aéreo en Almería.**

Según leemos en una carta que publica nuestro colega *El Minero de Almagre*, la Compañía de las minas de hierro de Beires está hoy de enhorabuena después del lamentable fracaso que tuvo su tranvía aéreo á la estación de Doña María, en la línea de Linares á Almería, y que no llegó á moverse. La nueva casa encargada de la reconstrucción del mismo, ha verificado ya las pruebas del nuevo, con éxito completo.

Tiene 14 y medio kilómetros, y debe ser obra notable, pues tiene columnas hasta de 48 metros de altura y un pando de 1.075 metros de longitud á 50f metros sobre el valle. Los baides pesan 560 kilogramos con 300 kilogramos de mineral, y circulan con velocidad de 2 metros por segundo, descargando cada 36 segundos un vehículo en la estación de llegada.

*Vol. 52-2, nº 1.491, abril de 1904, p. 244*

\* \* \*

**Ferrocarril de Moreda á Granada.**

Practicados por la Dirección el reconocimiento y pruebas oficiales del trozo de esta línea, comprendido entre Albolote y Granada, se ha

autorizado provisionalmente la apertura al servicio público de dicho trozo para los trenes de viajeros que el día 2 del corriente han empezado á circular por la totalidad de esta importante línea, realizándose la anhelada aspiración de los habitantes de la ciudad morisca.

*Vol. 52-2, nº 1.493, mayo de 1904, p. 267*

\* \* \*

#### **Ferrocarril elevado en Almería.**

La Dirección general de Obras públicas ha concedido autorización á los Sres. D. Enrique Houghton Chapman, D. Gustavo Guirand Brahic y D. Antonio Burgos y Beloy, para verificar los estudios, en el plazo de ocho meses, de un ferrocarril elevado aproximadamente de dos kilómetros, desde la estación de Almería al dique de Levante.

*Vol. 52-2, nº 1.507, agosto de 1904, p. 427*

\* \* \*

#### **Ferrocarril de las minas de Cala al Guadalquivir.**

El ferrocarril de las minas de Cala al embarcadero de San Juan de Aznalfarache en el Guadalquivir se ha construido con una rapidez que puede decirse es excepcional para obras de este género en nuestro país, y ofrece un ejemplo de la importancia para estas obras de contar con un buen contratista. Tan adelantada se encuentra la construcción, que puede decirse está asegurado que antes de fin de año quedará completa la línea y el embarcadero mismo. Con esta línea y la de Aznalcollar, que construye la Compañía Gaditana de Minas, resultarían servidas por vía férrea dos poblaciones más de la provincia de Sevilla, resultando que de los 99 pueblos de que consta, apenas quedan ya dos ó tres que no resulten tener una estación de vía férrea á muy corta distancia.

Al dar esta noticia la *Revista de la Banca y de la Industria* emite su opinión de que la Comisión que ha de tener á su cargo formar el plan general de los ferrocarriles secundarios no podrá proponer ninguna línea de vía de un metro para aquella provincia; pero, en cambio, si se tratara de líneas de vía de 0,60 para servir explotaciones rurales, de seguro habría centenares de kilómetros que establecer en la provincia, con grandes resultados para el aumento de la riqueza pública. Estas vías férreas del tipo infimo, explotadas de la manera peculiar que requieren, son las más á propósito para remediar el absentismo de los campos, que es uno de los males que pesan sobre las explotaciones agrícolas de Andalucía, donde se recorren muchos kilómetros sin encontrar un caserío decente ó un árbol. Los ferrocarriles del tipo infimo, y en parte también los automóviles y las motocicletas, son los medios más seguros de combatir el absentismo y de poblar los campos.

Da angustia pensar cuán lejos estamos de que se reconozcan como tales estos recursos.

*Vol. 52-2, nº 1.509, noviembre de 1904, p. 506*

\* \* \*

#### **Obras de la vía de los ferrocarriles Andaluces.**

Las principales realizadas por el servicio de vía y obras de los ferrocarriles Andaluces en el año pasado son las siguientes:

En la línea de Córdoba á Málaga se ha reforzado la vía entre Córdoba y Puente Genil, mediante el aumento de dos traviesas por rail de ocho metros.

Se ha terminado la prolongación de las vías de las estaciones de Fernán Núñez, Montilla, Aguilar y Casariche. Se trabaja en las de La Roda.

Los muelles cubiertos y descubiertos de Puente Genil han sido ampliados, así como también las vías.

En Bobadilla el paso inferior, completamente terminado, ha sido puesto en servicio. Aunque muy adelantada, la modificación de las vías de dicha estación no está aún terminada. Las ampliaciones previstas de los almacenes generales de Málaga están terminadas, así como las de los muelles de mercancías.

Se trabaja en el refuerzo de los puentes de esta línea, y cuatro puentes pequeños han sido substituidos por otros nuevos.

En la línea de Córdoba á Bélmez la rotonda para las máquinas de Cercadilla está completamente terminada, así como también el muelle de mercancías de Esniel.

El aumento de las vías de apartadero y la construcción del edificio de viajeros de Cabeza de Vaca están terminadas.

Las obras de refuerzo del puente de Pedroches y la colocación de los estribos de contención en la vía general han quedado terminadas.

Se ha trabajado en las garitas de vigía, así como en el balastaje de la vía.

En la línea de Puente Genil á Linares se han continuado las obras de consolidación y de saneamiento de ciertos terraplenes y trincheras.

En la línea de Sevilla á Cádiz han quedado terminadas la construcción de un muelle para mineral y la ampliación del muelle cubierto de la estación de Jerez.

Las obras de las grandes estaciones de Sevilla, Cádiz y Jerez se prosiguen sin interrupción.

En Sevilla, el conjunto del edificio de viajeros ha llegado á la altura del primer piso de los pabellones.

En Jerez, el pabellón central está terminado.

En Cádiz, el depósito de máquinas y la cochera de carruajes están terminadas, así como también los muelles descubiertos. Las obras de los muelles cubiertos están muy adelantadas.

*Vol. 52-2, nº 1.512, septiembre de 1904, p. 540*

\* \* \*

#### **Ferrocarriles secundarios en la provincia de Cádiz.**

Las líneas proyectadas comprenden tres grupos: primer, una línea de 200 kilómetros que, partiendo de Jerez, enlazase en la estación de Setenil con la línea de Bobadilla-Algeciras, con un ramal de Villamartin á Cortes sobre la misma línea; segundo, otra de 190 kilómetros de Jerez á los Barrios, estación de la de Bobadilla, con un ramal de Medina á Vejer y Berlate; tercero, otra de 200 kilómetros en dos ramales, que, partiendo de Jerez, se bifurcaba en el Minbral, siguiendo uno de ellos hacia Jimena y el otro hacia Montejarque, estaciones de la línea Bobadilla, que es el punto de unión y base de todas las proyectadas.

El plan total se desarrollará entre las líneas de Sevilla-Cádiz, Bobadilla-Algeciras y la carretera de Cádiz á Málaga, límites de la provincia, tendiendo á dotar de comunicaciones su parte oriental, pues la occidental está servida por las líneas Jerez-Bonanza y Puerto de Santa María-Sanlúcar por Chipiona.

*Vol. 52-2, nº 1.513, septiembre de 1904, p. 551*

\* \* \*

#### **Ferrocarril de Calasparra á Baza.**

Comunican de Granada que ha sido incluido en la propuesta provincial para el plan de ferrocarriles secundarios la línea de Calasparra á Baza, noticia que ha causado gran entusiasmo en ambas poblaciones y demás pueblos favorecidos por el proyecto, los cuales hacen importantes ofrecimientos para que pueda llevarse á cabo la obra proyectada.

*Vol. 52-2, nº 1.513, septiembre de 1904, p. 551*

\* \* \*

#### **Prolongación del ferrocarril de Almería á Sorbas.**

Comunican de Vera que se ha acordado gestionar la prolongación de la línea férrea de Almería á Sorbas hasta Huércal-Overa, pasando por Autas, Vera y Cuevas.

*Vol. 52-2, nº 1.515, octubre de 1904, p. 582*

\* \* \*

#### **Tranvía de Baeza á Úbeda.**

Ha empezado á construirse un tranvía eléctrico desde la estación de Baeza, en el ferrocarril de Linares á Almería, hasta Úbeda, pasando por los pueblos de Conena y Rus.

*Vol. 52-2, nº 1.524, diciembre de 1904, p. 698*

\* \* \*

#### **Ramales del tranvía de Linares.**

Al concesionario del tranvía de Linares se ha autorizado para establecer cuatro ramales de unión del expresado tranvía: uno, con la estación de ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y á Alicante; otro, con la de caminos de hierro del Sur de España; y otro, con la fundición de San José.

*Vol. 53-2, nº 1.530, enero de 1905, p. 38*

**Ferrocarril de Calahonda.**

Según la prensa granadina, los trabajos para la construcción de la línea férrea de Calahonda á Notáez, comenzados el día 17 de Noviembre último, se han suspendido.

La Compañía Schneider, concesionaria de la línea, se propone reanudarlos en Febrero, dando comienzo por distintos puntos á un mismo tiempo, con objeto de que la construcción se termine en el menor plazo posible.

*Vol. 53-2, n.º 1.531, enero de 1905, p. 51*

\* \* \*

**Ferrocarril en Málaga.**

Próximamente, quizá dentro de este mismo mes, empezarán las obras para construir el proyectado ferrocarril de Málaga á Torre del Mar, cuya concesión ha sido trassferida á una Compañía belga.

*Vol. 53-2, n.º 1.537, marzo de 1905, p. 118*

\* \* \*

**Ferrocarril de Alhama á Tocón.**

Tiene noticia un colega de que se están practicando los estudios definitivos de un ferrocarril de vía estrecha que, partiendo de la ciudad de Alhama, en la provincia de Granada, y cruzando por los baños de Martos, seguirá la cuenca de los ríos Alhama y Gacín, con estaciones en Santa Cruz, Moraleda y Villanueva Mesía, hasta empalmar con la línea de los Andaluces, cerca de Tocón.

Según añade el periódico que da la noticia, hay capital dispuesto para la construcción de este ferrocarril tan pronto como se obtenga la concesión.

*Vol. 53-2, n.º 1.540, marzo de 1905, p. 193*

\* \* \*

**Material para los ferrocarriles Andaluces.**

En breve comenzarán á recibirse los carruajes encargados por la Compañía de los ferrocarriles Andaluces. Aunque similares á los que circulan en los trenes de lujo del Norte y Meliódia, para análogo número de viajeros y también con pasadillo lateral, se distinguen de aquéllos por ser más ligeros de peso y más en armonía con las condiciones de la línea de la Compañía citada.

*Vol. 53-2, n.º 1.540, marzo de 1905, p. 194*

\* \* \*

**Ferrocarril de Granada á Almería.**

*El Observador Mercantil* publica un artículo en su favor lo la conveniencia de establecer una línea férrea desde Granada á Almería, por la Alpujarra, cuya línea saldría de Almería, faldeando Sierra de Gador, por el Andarax, y costeano por la falda de Sierra Nevada, llegar hasta Granada.

Para completar el pensamiento, falta sólo estudiar el trazado desde Canjáyar á Lobras, pasando por Ugijar y de Berja á Ugijar; pues en el plan de ferrocarriles secundarios figuran ya aprobados los proyectos de líneas de Granada á Lobras y Lobras á Motril y el de Almería á Berja, Almería-Canjáyar, con ramal á Tabernas.

El articulista observa que toda la región por donde pasaría la línea mencionada, abunda en frutos y minerales de todas clases; pero especialmente de hierro de inmejorable calidad, y cuyos arrastres darían importante tráfico al ferrocarril.

*Vol. 53-2, n.º 1.541, abril de 1905, p. 210*

\* \* \*

**Tranvía eléctrico de Huéscar á Baza.**

Se ha iniciado entre varios contribuyentes de Huéscar y Baza la idea de constituir una Sociedad por acciones para la construcción de un tranvía eléctrico entre ambos pueblos, pasando por Castillejar, Benaurel y cercanías de Cúllar Baza, á cuyo efecto, el Registrador de la propiedad de Huéscar, D. Pedro López Carbonero, ha marchado á Barcelona para gestionar lo necesario con las casas constructoras, y pedir seguidamente la autorización á fin de comenzar cuanto antes el tendido de la línea.

Al fracasar las gestiones para conseguir el ferrocarril de Baza á Puebla de Don Fadrique, los contribuyentes emprenden por su cuenta una idea, que seguramente será realizada en breve, si, como parece, viene á resolver las aspiraciones de una región tan fecunda en riquezas naturales, que se abrirán al tráfico comercial.

*Vol. 53-2, n.º 1.542, abril de 1905, pp. 225-226*

\* \* \*

**Ferrocarril de Baza á Guadix.**

Probablemente en el próximo mes de Octubre se podrá abrir á la explotación la línea férrea de Baza á Guadix, si persiste la actividad con que se llevan á cabo las obras.

Dentro de breves días llegará por la vía de Lorca la máquina balastera que desde Baza ha de arrastrar los materiales á los diferentes trozos, comprendidos entre aquel punto y la venta del Baúl.

Además, va á darse principio á la construcción de las estaciones de Freila, Zuja, Baúl, Gor y Hernán Valle, estableciéndose todas ellas muy próximas á sus respectivos pueblos.

*Vol. 53-2, n.º 1.542, abril de 1905, p. 226*

\* \* \*

**Ferrocarril de Baza á Guadix.**

Hace veinte días empezó el asiento de vía desde la estación de Baza, y no obstante las múltiples dificultades con que siempre se tropieza al inaugurar trabajos de esta importancia, van terminados ya tres kilómetros, y venciendo aquellas dificultades en los medios de transporte, han puesto en pie de obra desde aquella fecha 40,000 traviesas de excelente calidad.

Será probable que en el mes de Octubre la máquina balastera, saliendo de Baza, salude con su silbato á la estación de Guadix.

*Vol. 53-2, n.º 1.549, junio de 1905, p. 377*

\* \* \*

**Nuevo empalme de Moreda á Granada.**

Ha sido aprobado el proyecto de variante de empalme de la línea de Moreda á Granada con la de Linares á Almería presentado por la Compañía de los Caminos de Hierro del Sur de España, con la condición de que debe someterse previamente á la aprobación el proyecto de sistema de señales á instalar en los tres puntos de empalme, y la consigna relativa á ellas, así como la que ha de servir para regular la circulación de los trenes entre las estaciones de Moreda, Huélagos y Bogarre, de modo que la circulación se haga con las debidas precauciones de seguridad.

*Vol. 53-2, n.º 1.549, junio de 1905, p. 378*

\* \* \*

**Tranvía eléctrico en Málaga.**

La Sociedad *Tranvías de Málaga* ha solicitado la concesión de un tranvía con motor eléctrico en dicha capital, que, partiendo de la Alameda de Colón, recorra la carretera de cintura del puerto, uniéndose por un ramal en la plaza de Figueroa con la línea de Málaga al Palo, continuando después por la misma carretera, paseo del Faro y calles de Vélez-Málaga y Fernando Camino, hasta empalmar con la línea de barrio de la Malagüeta.

*Vol. 53-2, n.º 1.557, julio de 1905, p. 549*

\* \* \*

**Tranvía eléctrico de Cádiz.**

Se están haciendo activos trabajos para la pronta inauguración del tranvía eléctrico entre Cádiz y San Fernando.

Créese que será para fines de este año, pues falta todavía construir la parte del tranvía dentro de la población y un pedazo de extramuros.

Las estrechas vías de Cádiz harán muy reducida la marcha del tranvía, pero no cabe duda que la nueva locomoción beneficiará mucho á San Fernando y á esta capital.

*Vol. 53-2, n.º 1.563, septiembre de 1905, p. 647*

**Ferrocarril y puerto de Motril.**

Ha sido presentado para su aprobación en el Ministerio de Agricultura y Obras públicas el proyecto de construcción del ferrocarril de Granada á Motril, que parece será resuelto con premura para que den principio las obras con el próximo año venidero.

Este ferrocarril, unido al puerto que en Motril va á construirse, han de ser el complemento que dará impulso á las expropiaciones mineras, exportación de productos en beneficio de la agricultura y tantos otros beneficiosos resultados de que tanto necesita la importante región que el ferrocarril atravesará.

El puerto de Motril referido se activará tan pronto como terminen los trabajos de exploración de las canteras.

*Vol. 53-2, n.º 1.563, septiembre de 1905, p. 647*

\* \* \*

**Ferrocarril de Peñarroya á Pozoblanco.**

Muy adelantados se hallan los trabajos de construcción de esta línea, de unos 55 kilómetros de longitud, que lleva á cabo la Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya, concesionaria actual de la misma.

Este ferrocarril, otorgado en 14 de Abril de 1904 á su actual concesionaria, es una prolongación del de Fuente del Arco á Peñarroya, de la misma Sociedad, y se dirige, á partir de Peñarroya, por Pueblo-nuevo del Terrible (población minera que toma su nombre de la mina Terrible), Bélmex, Villanueva del Duque, Alcaracejos y Pozoblanco. El presupuesto del camino es de 4.703.966 pesetas, y dada la actividad que se observa en los trabajos, podrá quedar abierto á la explotación en los primeros meses del próximo año, facilitando en gran manera las explotaciones mineras de la región.

*Vol. 53-2, n.º 1.569, octubre de 1905, p. 719*

\* \* \*

**Ferrocarril de Málaga á Torre del Mar.**

El representante de la Compañía de los ferrocarriles sub-urbanos de Málaga, concesionaria del ferrocarril de vía estrecha de Málaga á Torre del Mar, ha solicitado que por la Junta de obras del puerto de Málaga se cumpla lo dispuesto en 10 de Julio último, y se le ponga en posesión de los terrenos de dominio público ocupados por la Junta y que afectan á aquel ferrocarril. De Real orden se ha dispuesto que no ya por tratarse del cumplimiento de una ley, puesto que la entrega que se discute se halla establecida en el art. 2.º de la de 17 de Abril de 1900, sino porque el fondo del asunto es la ejecución de órdenes consentidas, se ratifiquen, como último acuerdo, las dos repetidas disposiciones de la Dirección de Obras públicas de 15 de Mayo y 10 de Julio último, significándose al Gobernador civil que en un plazo que no excederá de quince días deberá poner la Junta en posesión á la Compañía, con las formalidades que el uso requiere, de los referidos terrenos.

*Vol. 53-2, n.º 1.572, noviembre de 1905, p. 759*

\* \* \*

**Los ferrocarriles de urgente construcción**

De los ferrocarriles que forman el plan de urgente construcción acordado por el Gobierno, ha sido ya aprobada por el Consejo Ferroviario la construcción de Madrid á Burgos, Cuenca á Utiel, Jerez á Almargen, Soria á Castejón, Puertollano á Córdoba y Teruel-Caspe-Alcañiz.

Ha sido emitido por el mismo Cuerpo consultivo el informe sobre el plan financiero anejo al de construcción de las expresadas líneas, y en él se reconoce la imposibilidad de atender a esa obra en plazo breve con sólo los recursos del Estado; pues aun emitiendo la totalidad de la Deuda ferroviaria proyectada, de ella podrían asignarse a esta construcción 1250 millones en un quinquenio y la empresa supone un gasto bastante mayor.

Por ello se hace preciso que Diputaciones, Ayuntamientos y entidades económicas interesados en esta cuestión, auxilien la construcción de los ferrocarriles, obligándoles en primer término a la cesión gratuita de los terrenos que se ocupen.

Al ofrecimiento de estos auxilios, estará supeditada la preferencia de construcción de las obras.

Acogiendo las conclusiones del Consejo, el Ministerio de Fomento ya ha circulado las invitaciones oportunas a los organismos interesados en los ferrocarriles aprobados, a fin de que manifiesten en un plazo breve la clase y cuantía de cooperación que pueden aportar a la realización del plan.

*Vol. 74, n.º 2.453, mayo de 1926, p. 275*

\* \* \*

**El Ministro de Obras Públicas en Granada, Málaga, Asturias y Aragón.**

El Ministro de Obras Públicas, D. Jorge Vigón, llegó al aeródromo militar de Armilla, procedente del Sahara español. Le acompañaban en el viaje el Director General de Puertos, D. Gabriel Roca García, y el Secretario General Técnico, D. Aníbal Carral.

En el hotel donde se hospedó el Sr. Vigón le esperaban para saludarle los Ingenieros de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y del Segura, para unirse al séquito oficial en el recorrido que realizó el Ministro por los lugares de la provincia para visitar los pantanos del Cubillas y de los Bermejales y las obras de Guadalfeo.

Durante su visita al Sahara español, el Ministro de Obras Públicas, General Vigón, examinó sobre el terreno los problemas de la provincia del Sahara que afectan a su Departamento. El Sr. Vigón y su séquito, así como los jefes militares de esta provincia, recorrieron la cabeza de playa, donde estudió los proyectos de instalaciones portuarias, construcción de carreteras y otros que han de resolver los problemas de abastecimiento y desarrollo económico de la provincia. La visita del Ministro ha causado general satisfacción entre los habitantes de esta provincia española, que en breve plazo verán resueltos una serie de problemas que redundarán en beneficio de aquellos territorios.

En Granada visitó diversos monumentos de la ciudad, deteniéndose al pie de la Alhambra, ya que por aquellos lugares se realizarán obras relacionadas con el camino de circunvalación proyectado, que rodeará a la ciudad y que tendrá una longitud de 23 kilómetros, con seis puentes que cruzarán los caudales de los ríos Genil y Darro, enlazando la Alhambra con el Sacro Monte.

Por el camino de ronda marchó a la barriada del Zoidín, en construcción, y desde allí cruzó la población por el puente sobre el Genil, dirigiéndose a la Basílica de la Virgen de las Angustias, Patrona de la ciudad, donde fué recibido por el señor Párroco, orando ante la sagrada imagen, cuyo manto besó.

El Ministro de Obras Públicas celebró en el salón de actos del Gobierno civil distintas reuniones y recibió a Comisiones de Comunidades de Regantes de la vega de Granada. En primer término se reunió el Sr. Vigón con las primeras autoridades, teniendo un amplio cambio de impresiones. Luego se reunió con los Directores generales de su Departamento y los Jefes de los Servicios técnicos de su Ministerio en Granada.

Finalmente el Ministro recibió, en presencia del Director general de Obras Hidráulicas, D. Florentino Briones Blanco, y del Ingeniero jefe de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, D. José Méndez-Acosta, a numerosas Comisiones de las distintas Comunidades de

Regantes de la vega de Granada, quienes le fueron exponiendo sus aspiraciones en relación con la mejora de los riegos en la misma.

También visitó el Sr. Vigón la central eléctrica provisional, funcionando en su presencia el desagüe regulador de riegos, con capacidad máxima. Luego pasó a la capilla del pantano y del poblado, allí levantada para el personal técnico del mismo. A las siete de la tarde, el señor Vigón emprendió el regreso a la capital.

A los Bermejales acudió a saludar al Ministro de Obras Públicas una Comisión de la Comunidad de Regantes de Zújar y de Pozo Alcón, a cuyos pueblos afecta el pantano de la Bolera, en el río Guadalentín, que regará 4 000 hectáreas de terreno de las provincias de Granada y 4 000 de la de Jaén. El proyecto, que figura en el Plan Jaén, se ejecutará en cuatro años. Tiene un presupuesto de 80 millones de pesetas y ha sido redactado en Granada por el Ingeniero de esta provincia, Sr. Moreno Torres. La primera etapa, por un importe de 14 millones de pesetas, saldrá a subasta dentro de pocos días.

El día 30 de enero el Sr. Ministro, con los Directores de Carreteras, Ferrocarriles y Puertos, del Secretario general del Departamento, Gobernador civil y Alcalde de Granada, se dirigió por la carretera de Sierra Nevada, llegando hasta el kilómetro 77, donde se halla el albergue de Obras Públicas, y contempló desde allí el panorama que se domina.

La comitiva regresó de nuevo a Granada, y en el hotel donde se hospedaba el Ministro recibió a los periodistas, con los que conversó. Se mostró satisfecho de su estancia en Granada, de la que tiene excelente impresión, tanto por lo que se refiere al aspecto turístico como por las obras técnicas ejecutadas y los proyectos que se pondrán en marcha, en la medida que los recursos económicos lo permitan. Espera que el primero que entrará en ejecución será el camino de circunvalación de Granada, de 23 kilómetros de longitud, en su tramo que comprende desde la Silla del Moro a la Golilla de Cartuja.

Refiriéndose a la construcción del pantano de Cuentas, indicó el Sr. Vigón que el comienzo de las obras está pendiente de unos trabajos de experimentación que se llevan a cabo para estudiar la garantía de seguridad del robustecimiento de la presa.

Habló luego de la carretera de Sierra Nevada, que se prolongará con el teleférico y el ferrocarril de cremallera hasta el Veleta. Con relación a todo esto, que afecta a la futura estación de televisión de Sierra Nevada, dijo el Ministro que ya había tenido una amplia conversación con el Gobernador civil. Por último, se refirió el Sr. Vigón al proyectado primer tramo de acceso a la ciudad que va al aeropuerto, y en el que se realizará una importante desviación para evitar la pronunciada curva que hoy existe a la entrada de la capital.

Minutos antes de las tres comenzaron a llegar al hotel las primeras autoridades de Granada para despedir al Sr. Vigón.

El Alcalde, Sr. Solá y Rodríguez-Bolívar, como representante de la Comunidad de Regantes de Granada, expresó al Ministro de Obras Públicas que los problemas del campo granadino, atendiendo a la situación de los regadíos a los que nuevas circunstancias ponen en una situación difícil, se están venciendo merced al espíritu de asociación de los propietarios que supieron seguir el llamamiento de los Ingenieros de la Confederación, y a las ayudas y a la comprensión que han encontrado en el

señor Vigón y en el Gobierno. Estaba seguro — agregó — que las obras del campo de Granada necesitan, para salvar esa situación, se realizarán gracias a la ayuda oficial que Granada, de antemano, agradece, como agradece lo hecho hasta ahora. Terminó el Alcalde rogando al Ministro que hiciera llegar al Jefe del Estado la gratitud y la adhesión granadinas, así como su voluntad decidida de contribuir a la obra de engrandecimiento de la nación.

A las tres y cinco de la tarde el Ministro de Obras Públicas emprendió viaje hacia Motril para visitar los riegos del río Guadalfeo. Le acompañan el Gobernador civil de Granada, D. Francisco Summers, y todo el alto personal del Ministerio de Obras Públicas.

En Motril fué cumplimentado por el Alcalde de la ciudad, Ingeniero de la Comisión del río Guadalfeo y autoridades locales, con quienes se trasladó seguidamente al río Guadalfeo para visitar las obras de conducción de nuevos regadíos, así como las que se realizan en el lecho del río para captación de aguas subálveas que han de aumentar el caudal destinado a viejos riegos. También inspeccionó la presa y las obras que se efectúan para el cauzamiento de la rambla de Molvizar. Más tarde estuvo en el Santuario de la Patroña, donde se encuentra la Virgen de la Cabeza, orando brevemente ante la imagen, y tras de ser obsequiado en la casa de la Comisión del río Guadalfeo, siguió viaje a Málaga, a donde llegó en las primeras horas de la noche. Después de un breve descanso, el Sr. Vigón presidió el acto inaugural de la iluminación de la fuente monumental del parque, situada al final del paseo central y en su confluencia con los jardines de la Alcazaba y paseo de la Farola. El día 1 visitó el Ministro el puerto de Málaga, y por la tarde fué en visita de inspección al pantano del Chorro y a las márgenes del río Guadalhorce.

El día 4 del mes en curso, D. Jorge Vigón llegó a Oviedo en unión de los Ministros de la Vivienda, D. José Luis de Arrese, y de Gobernación, D. Camilo Alonso Vega. Con ellos llegaron los Directores generales de Urbanismo, Vivienda, Arquitectura, Carreteras y Minas; Secretarios generales técnicos de los Ministerios de la Vivienda y de Obras Públicas y otro alto personal de los respectivos Departamentos.

Después de la recepción oficial en la estación de la Renfe, se celebró en la Diputación provincial el acto de inauguración del Plan de Urgencia Social para la construcción de viviendas y la modernización de las carreteras, especialmente las del triángulo Oviedo-Avilés-Gijón.

El Delegado provincial del Ministerio de la Vivienda, don Julián Angulo, dijo, entre otras cosas, que "el Plan de Urgencia Social trae la construcción de 50 000 viviendas y dotación de hogares a sus poblaciones y núcleos urbanos, así como la ordenación urbanística de estas ciudades y edificaciones urbanas".

Las visitas de inspección, de carácter técnico, que el señor Ministro de Obras Públicas hizo a las importantes obras que se están realizando en Málaga y Asturias, tuvieron la natural resonancia en el ámbito de ambas provincias, cuyas fuerzas vivas agradecieron íntimamente al Sr. Vigón el interés demostrado por conocer el estado de adelanto de las realizaciones dependientes de su Departamento, y que por nuestra parte sentimos no poder detallar por habérsenos acumulado un exceso de original que rebasa los límites de nuestra publicación.

En el ciclo de visitas del Sr. Vigón recogemos, para que no pierda actualidad, la información que hemos po-

dido redactar acerca de la inspección que ha realizado al pantano de Yesa, que en estos días ha comenzado a embalsar las aguas que nutrirán el Canal de las Bárdenas para regar en el próximo mes de abril 18 000 hectáreas de tierra de secano de las provincias de Zaragoza y Navarra.

El Sr. Ministro pernoctó el día 10 en Huesca, y acompañado del Director general de Obras Hidráulicas, del Gobernador de Huesca, del Presidente de la Diputación, del Jefe de Obras Públicas y otras autoridades y representaciones, visitó la Granja Agrícola de Almudébar, en donde el Presidente de la Comisión de Regantes agradeció al Sr. Ministro en nombre de los agricultores de la provincia la ingente labor que desarrolla el Ministerio para reparar las zonas permeables del Canal, para construir nuevas obras de riego y, sobre todo, por el comienzo de las obras del Canal del Cinca y pantano del Grado. Posteriormente visitó las obras de reconstrucción del Canal de Flumen, cuya toma de aguas está en las inmediaciones de Tardienta. Este canal tiene una longitud de 59 kilómetros y riega 27 000 hectáreas, y la toma de agua se está ampliando en la actualidad y forma parte del Canal de Los Monegros, a cuyo cargo está el riego de 70 000 hectáreas que, con la construcción del Cinca, regarán en conjunto 176 000 hectáreas del Plan de Riegos del Alto Aragón.

El Ministro recorrió los cuatro primeros kilómetros del canal de Flumen en "jeep", terminado lo cual, el señor Vigón, ya en coche ligero, se trasladó a Formiñena. A su paso por Tardienta, fué cumplimentado por las autoridades locales. En Formiñena observó con todo detenimiento las obras del acueducto que se construye sobre un avance de roca profunda. Este acueducto tendrá una longitud de 300 metros, y su construcción permitirá salvar un profundo barranco. Aquí el Sr. Vigón recorrió los kilómetros 20 al 30 del Canal de Los Monegros, que se está reparando.

Más tarde recorrió la presa del Canal de la Sotonera, donde se están efectuando obras de recrecimiento, ya muy adelantadas, que permitirán aumentar el embalse de 80 millones de metros cúbicos hasta los 180 millones. Estas obras estarán terminadas en el próximo año.

Por último, el Sr. Vigón se trasladó a la presa de Ardisa, que regula las aguas del río Gállego y suministra las que embalsa el pantano de la Sotonera, a través del Canal del Gállego. El Ministro recorrió a pie toda la coronación de la presa.

A las seis de la tarde el Sr. Vigón y sus acompañantes llegaban al Gobierno civil, donde las autoridades provinciales y locales se habían reunido para cumplimentar al Ministro.

El Ministro pronunció un discurso en el que dijo que la gratitud manifestada por el Gobernador de Huesca no se debe dirigir al Ministro de Obras Públicas, sino al Estado español, porque lo que se ha hecho en Huesca no se ha hecho sin el sacrificio de España. Es un esfuerzo gigantesco del Estado, y es al Estado, a su Jefe, nuestro Caudillo, al que tenéis que agradecer este generoso esfuerzo nacional. Añadió que "cuando decía el Gobernador que los aragoneses estaban unidos contra todo y contra todos, yo diría más bien que no estaban unidos contra nada ni contra nadie, sino con toda España. Toda España es la que está a vuestro lado. Toda España es la que, en cierta medida, se sacrifica por vosotros".

Dijo después que queda mucho por hacer y el Régimen lo continuará. Este no está solamente encarnado en unos hombres que constituyen hoy el Gobierno, y ni siquiera esencialmente en un hombre providencial, que es el Caudillo. El Régimen es una cosa permanente que encarnará, cuando Dios lo quiera, en otras figuras, pero que continuará esta misma obra con los mismos principios y fundamentos de siempre.

"Estad seguros de que ha de llegar España a un grado de prosperidad, de la que muy pronto vais a gozar vosotros. Yo me haré eco con verdadero placer y verdadera emoción de esos deseos vuestros de llevar la expresión de vuestra gratitud al Gobierno y al Caudillo. En realidad, la gratitud no suele ser nunca expresión rendida a un hecho totalmente generoso; lleva en su entraña la expresión de un beneficio, y aunque no sea desde un punto de vista interesado, la que existe en vosotros, España sabe lo que Aragón representa; sabe también lo que representa Navarra. Uno y otra son representaciones fuertemente heroicas, esforzadas, capaces de todos los sacrificios e incapaces de ninguna villanía. Por eso las tiene muy presentes y muy en primera línea en el inventario de las necesidades y en el de sus propósitos. Por eso os puedo decir que esto que acabamos de empezar no es más que eso, un principio; y pedir lo que queráis pedir, que en el pedir sé yo que siempre hay un deseo de porvenir, una esperanza de grandeza y nunca un propósito de incitación, de molestia, de queja; y que en este caso, desde luego, sé que tampoco habrá motivo para que la hubiera.

Me llevo de esta visita una impresión sumamente confortadora. Sé, y creo que lo sabéis todos, que el esfuerzo que acaba de hacerse y que no acaba de hacerse, porque está todavía en plena realización, no es una cosa corriente ni en la Administración española ni creo que en ninguna otra Administración pública. Creo que debéis pensar que esto es, en primer lugar, consecuencia de la visita última que hizo el Caudillo a estas tierras, de la inquietud con que Su Excelencia contemplaba estas tierras, que ya es tópico decir tierras sedientas, sedientas y hambrientas; y entonces, quizá sin medir bastante aquello a que me comprometía, yo le ofrecí que en el primero de abril correrían las aguas por los cauces de Aragón y Navarra, y que tendríamos puestas en regadío un número bastante considerable de hectáreas. Yo no he dormido tranquilo desde entonces. Yo no estaba muy seguro de que se pudiera cumplir esta promesa. Y, sin embargo, ahora puedo decir que se ha cumplido. Y se ha cumplido porque el ingenio y el genio de estos brillantes colaboradores que son los ingenieros de Obras Públicas, se han visto ayudados de una manera decisiva por la voluntad del Ministerio de Agricultura, que puso a su disposición los Servicios de Colonización, de una maravillosa actividad y eficacia. Ha sido también, justo es decirlo, porque los contratistas de las obras públicas, quizá sin pensar demasiado en la morosidad que la Administración ha tenido forzosamente con ello, se han comportado de una manera ejemplar, y convendría que estuviese presente esto en el ánimo de todos, y yo mismo no quisiera olvidarlo. Ha sido posible, además, porque nos ha empujado a todos vuestro propio afán, porque sentimos soplar en nuestras velas el aliento de vuestros deseos y de vuestras ilusiones; porque, en fin, creíamos todos que estábamos cumpliendo con un deber para con la Patria, y esta es para nosotros la mayor satisfacción."

Las palabras del Ministro de Obras Públicas fueron acogida con grandes aplausos.

Vol. 107, nº 2.926, febrero de 1959, pp. 124-126

\* \* \*

### Inauguración de la línea ferroviaria electrificada Baeza-Córdoba.

El martes 23 de febrero, y con asistencia del Director general de Ferrocarriles y Transportes por Carretera, don Pascual Lorenzo Ochando, que ostentaba la representación del Ministro de Obras Públicas, D. Jorge Vigón, y acompañado del Director general de la Renfe, don José Puig Batet; Vicepresidente del Consejo de Administración, D. José García-Lomas; Consejero, don Enrique Calabía; Directores adjuntos, Sres. Viani, Iwais y Moreno; Subdirectores, Jefes de Departamento y otros altos funcionarios; Ingeniero jefe de la División Inspectora, D. Luis Cerveró; Jefes del Servicio militar de Ferrocarriles y de Ingenieros, Sr. Navarro Martín; Jefe nacional del Sindicato de Transportes y Comunicaciones, don Julián Jiménez Herrando; Comisario principal de Policía, Jefe del Sector Sur de la Brigada Móvil de Madrid, con su Secretario, D. Ramón Martínez Hernández, y otras personalidades, tuvo lugar la inauguración del tramo electrificado comprendido entre Linares-Baeza y Córdoba, de la línea Madrid-Sevilla, con un total de 126 kilómetros.

Con este nuevo tramo se elevan a 202,4 los kilómetros de vía general electrificada en la línea Alcázar de San Juan a Córdoba. Esta línea, cuya longitud es de 293,3 kilómetros — de éstos, 49,3 con doble vía —, quedarán electrificados en su totalidad en el año actual, puesto que quedan por electrificar 93 kilómetros entre Alcázar de San Juan y Santa Cruz de Mudela. El suministro de energía para la Sección de Linares de Baeza a Córdoba se efectúa a través de las subestaciones convertidoras construidas en Jabalquinto, Arjonilla, Pedro Abad y Valchillón.

En la estación de Linares-Baeza se había colocado un altar, y el Obispo de la diócesis de Jaén, Dr. D. Félix Romero Menjíbar, procedió a la bendición de la locomotora eléctrica. Dicha locomotora ostentaba en su frente el escudo de España y las banderas nacionales, y el tren era constituido por una *break* de Obras Públicas y cinco unidades. Conducía la máquina el Ingeniero D. Rafael Llamas.

El tren inaugural con las autoridades antes dichas, a las que se unieron las que esperaban en Linares-Baeza, emprendió su marcha hacia la provincia cordobesa, deteniéndose en Jabalquinto, donde el Obispo Sr. Romero

Menjíbar bendijo una de las subestaciones para el suministro de energía eléctrica.

Con antelación suficiente, las primeras autoridades de Córdoba salieron en automóvil para Villa del Río, en donde fueron recibidas por las autoridades locales. Seguidamente se efectuó una visita a la iglesia de la Inmaculada Concepción, y más tarde otra visita, breve, a la Cooperativa Olivarrera de Nuestra Señora de la Estrella, marchando a la estación de los ferrocarriles, a la que llegó el tren inaugural a las cinco y ocho minutos de la tarde. Las autoridades cordobesas saludaron a las personalidades de Madrid y Jaén, y a continuación — cinco y diez — emprendió el tren su marcha hacia Córdoba. También viajaba el Director de la Tercera Zona de la Renfe, D. Rafael Ceballos.

A las seis en punto de la tarde hizo su entrada en Córdoba el tren especial que acababa de inaugurar la línea electrificada. Un gran gentío se había congregado en la estación, aprovechando la bondad del tiempo. Allí se encontraban también diversas autoridades y representaciones, entre ellas el Teniente coronel de la Guardia civil, Sr. Roldán Ecija; Ingeniero jefe de Industria, don Manuel Gavín; Comisario jefe de Policía, D. José Sebastián Delgado Ruiz; Jefe de la 32 Sección de la Renfe, don José de la Cruz Granelli, y otros jefes y empleados.

Tras de unos breves minutos de descanso, el Director general de Ferrocarriles, con las autoridades cordobesas, subieron al puesto de mando de la Renfe, donde el Director de la Tercera Zona, Sr. Ceballos, explicó con todo detalle el funcionamiento de los aparatos allí instalados.

A las siete de la tarde, en los salones del Hotel Córdoba Palace, el Ayuntamiento y la Diputación de Córdoba ofrecieron un vino de honor a nuestros visitantes, asistiendo al acto todas las autoridades.

A las diez y media, el tren especial emprendió su viaje de regreso a Madrid.

Vol. 108, nº 2.939, marzo de 1960, pp. 230-231

\* \* \*

### Acondicionamiento del paso a nivel de la estación de Baeza.

Con fecha 26 de febrero, los correspondientes Servicios de la Dirección General de Carreteras, han adjudicado las obras de acondicionamiento en el paso a nivel en la estación de Baeza, carretera N-322, p.k. 126,8 al 129,6, tramo Linares-Ubeda, por un importe de 8,5 millones de pesetas, a realizar en un plazo de 16 meses a partir de la fecha de iniciación.

Vol. 114, nº 3.011, marzo de 1966, p. 228

\* \* \*



## SUSTITUCION DEL PUENTE DE GOBERNADOR EN LA LINEA FERREA DE LINARES A ALMERIA (P. K. 119/330)

**Administración:** Red Nacional de los Ferrocarriles Españoles

**Proyectista:** Técnica y Obras, S. A.

**Constructora:** Técnica y Obras, S. A.

El incremento constante de las sobrecargas determina la necesidad de una extrema vigilancia de la resistencia de la superestructura de la vía, y especialmente de los puentes de ferrocarril. Esto ha obligado a la RENFE a sustituir todos los puentes de la antigua línea de Linares a Almería.

Con ese propósito se convocaron los correspondientes concursos de proyecto y construcción para la sustitución de los tramos metálicos actuales, y en el caso del puente de Gobernador, P.K. 119/330, la solución adoptada ha sido la de efectuar una variante en terraplén.

La acusada sismicidad de la zona, además del estado de conservación de las pilas del puente antiguo, han sido las dos razones fundamentales que han aconsejado esa solución, aparte de la existencia de préstamos adecuados en las proximidades que han permitido la construcción del terraplén en condiciones económicamente ventajosas.

Con objeto de no obstaculizar el tráfico normal de la línea durante la construcción, se proyectó una traza en planta distinta de la antigua que mejoraba el trazado primitivo en cuanto a curvatura, simplificando y unificando las distintas curvas del tramo anterior.

La cota máxima de este terraplén, del orden de los 22 m, sobre el arroyo de Gobernador obligó a establecer un control, tanto de la calidad del material de préstamo como de su compactación, verdaderamente riguroso.

Bajo la cimentación del terraplén se ha establecido una capa drenante de más de un metro de espesor, con una red de tubería porosa, que permite eliminar rápida y eficazmente las aguas infiltradas en la base.

Las características más importantes de la obra son:

Volumen del terraplén .....	210.000 m <sup>3</sup>
Radio de curvatura del eje .....	400 m.l.
Altura máxima .....	22 m.l.
Longitud total de la variante .....	685 m.l.
Taludes .....	1 : 1,55
Contenido máximo de material que pasa el tamiz 200 .....	20 %
Compactación de la masa inferior del terraplén .....	95 % proctor normal
Compactación de la coronación ...	100 % proctor normal

El desagüe del arroyo está resuelto mediante una alcantarilla de hormigón armado de 2,25 × 2,00 m de sección interior.

El paso de servicio de un camino rural de la margen derecha se ha restituido mediante un pontón de hormigón en masa de 4 m de luz.

El proyecto y la construcción han sido realizados por TECNICA Y OBRAS, S. A., en un plazo de diez meses.

La nueva variante de Gobernador ha entrado en servicio a finales del pasado mes de noviembre.



Vol. 120, nº 3.101, septiembre de 1973, pp. 797-798

\* \* \*



## FERROCARRIL MALAGA-FUENGIROLA

Con el fin de completar la red de comunicaciones para el tráfico de viajeros de la Costa del Sol, el Ministerio de Obras Públicas ha acometido la construcción de un ferrocarril de vía única cuyo objetivo es unir los núcleos más densamente poblados del sector Málaga-Fuengirola.

Las obras se están llevando a cabo a ritmos sorprendentemente altos, gracias a la masiva utilización de elementos de hormigón prefabricados, por la empresa Dragados y Construcciones, adjudicataria de las obras.

Para mayor fluidez en el tráfico, todos los cruces se han previsto a distinto nivel, en algunos casos, subterráneos, y en otros, viaductos, contruidos con elementos de hormigón prefabricado.

El trazado es de vía única con estaciones de cruzamiento y la velocidad específica es de 100 Km/h.

De los 31 Km de trazado del ferrocarril, 4 Km van en subterráneo y 1,8 Km en viaducto.

El ferrocarril ha exigido la ejecución de 12 túneles.

Las zonas urbanas correspondientes a Torremolinos y Fuengirola se atraviesan en subterráneo mediante ejecución de pantallas cubiertas con losas de hormigón armado.

Los 1,8 Km de viaductos lo componen siete estructuras de hormigón prefabricado, habiendo cubierto la ejecución de estas obras en sólo ocho meses. Esto ha sido posible gracias a la utilización de elementos de hormigón prefabricado y a la alta especialización del equipo humano empleado.

Para la cimentación de estas estructuras se ha empleado el pilote tubular de hormigón postensado Raymond, siendo sus principales ventajas la capacidad de absorción de momentos flectores combinada con cargas axiales, así como de cumplir con las misiones de cimentación profunda y superestructura, cuando la cohesión del terreno no ha permitido la cimentación mediante zapatas. Mediante un cabecero que encepaa a los pilotes, se han colocado las vigas de hormigón pretensado que forman el tablero; estas vigas proceden de las factorías de prefabricados que Dragados y Construcciones, S. A., posee, consiguiendo de esta forma un alto grado de calidad en el hormigón utilizado.

Para este trazado se han movido 980.000 m<sup>3</sup> de tierras en desmonte y 500.000 m<sup>3</sup> en terraplén, habiéndose conseguido este movimiento en menos de un año.

De esta forma, mediante las 16 estaciones que cubren el trayecto de la Costa del Sol, entre las terminales de Málaga y Fuengirola, se han visto favorecidas con la ejecución de una obra de difícil trazado y cuya realización se ha llevado a cabo en un período de dos años, solucionando de forma rápida y eficaz los problemas de circulación entre núcleos tan densos de población.

*Vol. 122, nº 3.118, febrero de 1975, pp. 73-74*

## LAS OBRAS DEL METRO DE SEVILLA CANCELADAS DEFINITIVAMENTE

Las obras del ferrocarril metropolitano de Sevilla, paralizadas desde hace dos años quedarán definitivamente en suspenso si la Junta de Andalucía y el Ministerio de Transportes ratifican la decisión de cancelar el proyecto, anunciada oficiosamente por el alcalde de Sevilla. Este entiende que proseguir con las obras del metro sería «una locura», por ser un servicio «ruinoso» para la ciudad y porque el nivel de población —645.827 habitantes censados— no lo demanda.

El proyecto de construcción del metro de Sevilla, cuyos antecedentes se remontan a la década de los sesenta, aunque comenzara a ejecutarse a finales de 1976, ha llegado a un punto de clarificación decisiva, tras la toma de posición del alcalde de Sevilla en el polémico tema. Este considera que el Ayuntamiento no podría soportar los costes de la puesta en servicio del metropolitano, al margen de que su terminación supondrá nuevas inversiones, hasta alcanzar una cifra aproximada a los 45.000 millones de pesetas, cantidad que, según los técnicos, se necesita para terminar el trazado previsto.

Hasta el momento se llevan invertidos en el proyecto unos 5.500 millones de pesetas y están construidos 3.660 metros de túnel y seis estaciones, correspondientes al tramo La Plata-Estación de Cádiz, además de los telescopios (pozos) de Plaza Nueva, Puerta de Jeréz y San Bernardo.

El factor decisivo para la paralización de las obras ha sido un estudio, denominado Plan de Infraestructuras y Servicios de Transporte del Área de Sevilla (PISTAS), que fue adjudicado a las consultoras Ghesa y Tema e iniciado en 1983.

Entre las conclusiones del informe se indica que el número de viajeros potenciales —unos 40.000— de la red del metro sería del orden de la mitad de los previstos

inicialmente, «debido al diferente rumbo de las variables socioeconómicas y urbanísticas respecto a lo planeado». De otro lado, se dice que para los niveles de demanda señalados «no parece rentable, ni para la sociedad operadora ni para la colectividad, la puesta en servicio en Sevilla de un sistema de transporte masivo tipo metro».

El Ayuntamiento, según el referido informe, no puede hacerse cargo del proyecto, «en competencia con su propia empresa de transportes», porque «duplicaría el actual déficit de la misma». Por todo ello, aconseja la paralización de las obras y propone que los túneles ya construidos se consoliden y se cierren para una posterior utilización en el futuro.

*Vol. 133, nº 3.244, febrero de 1986, pp. 153-154*

\* \* \*

## EL GASTO AMBIENTAL ENCARECE EL TAV MADRID-SEVILLA EN 3.900 MILLONES

La corrección del impacto ambiental incrementará en 3.900 millones de pesetas el presupuesto del tren de alta velocidad Madrid-Sevilla, cifrado en 260.000 millones, según adelantó el director de Infraestructura del Transporte, Antonio Alcaide. La inversión será realizada conjuntamente por el Ministerio de Transportes y por la empresa Renfe.

Dentro del presupuesto, Renfe invertirá 198 millones de pesetas en el tramo ferroviario entre Madrid y Getafe, con un coste de 15 millones por kilómetro, y la Dirección General de Infraestructuras destinará 3.700 millones para el tramo Getafe-Córdoba, que cuenta con 308 kilómetros.

El informe destaca que, dentro del área de Madrid, el medio físico presenta «un nivel alto de degradación, con una capacidad nula para soportar ecosistemas de calidad». Por ello el estudio se centra en el

tratamiento del paisaje y en el vallado.

Asimismo pone de manifiesto que las obras no incidirán en la existencia de ruidos ni vibraciones anómalas sobre los núcleos urbanos de Madrid, Getafe y Pinto. Sin embargo, estas afirmaciones no son compartidas por los grupos ecologistas.

El mayor impacto medioambiental se producirá en el tramo Brazatortas-Alcolea, que cuenta con 104 kilómetros de nuevo trazado, en los que se incluyen 15 túneles y 17 viaductos.

Según el estudio, el resto del trazado continúa por un corredor ya ocupado anteriormente por el ferrocarril, por lo que la nueva línea no alterará de forma sustancial el terreno.

Antonio Alcaide aseguró que el proyecto de línea entre Madrid y Barcelona se encuentra paralizado porque no se ha alcanzado un acuerdo sobre el trazado de la vía a su salida por Madrid. Entre las alternativas que se barajan figura el aprovechamiento del futuro trazado de la línea Madrid-Valladolid y el recorrido por el corredor de Henares. La decisión deberá adoptarse este año. Actualmente, se estudian las propuestas de los colectivos afectados.

Respecto a las denuncias presentadas por los grupos ecologistas, el director general de Infraestructura del Transporte indicó que «sus recelos no están justificados, ya que cuando se establezca el trazado definitivo se tomarán las necesarias medidas correctoras de impacto medioambiental».

*Vol. 137, nº 3.288, febrero de 1990, p. 102*

\* \* \*

## EL PROGRAMA FERROVIARIO ANDALUZ CUESTA 25.450 MILLONES

El Plan Estratégico Ferroviario de Andalucía (PEFA) para adecuar el sistema viario, que se ejecutará

en el cuatrienio 1992-1995, supondrá una inversión de 25.450 millones de pesetas, de los cuales 6.680 millones de pesetas serán financiados por la Junta de Andalucía y la cantidad restante por el Estado y Renfe.

El primer cuatrienio de este plan, que finaliza en el presente ejercicio, contó con una inversión de 11.385 millones de pesetas, de los cuales la partida más importante, cifrada en 7.500 millones de pesetas, se destinó a la construcción del tren de alta velocidad, según informaron fuentes de la Consejería de Obras Públicas y Transportes.

Las mismas fuentes indicaron que en Andalucía existe una demanda anual de 26 millones de desplazamientos dentro de la región, de los que 16,6 millones corresponden a Sevilla, nueve a Cádiz y 6,1 millones a Málaga.

Los porcentajes más altos en el uso del ferrocarril corresponden al tramo Sevilla-Córdoba, con 950.000 viajeros al año; al Sevilla-Cádiz con 860.000, y al Córdoba-Cádiz, con 530.000.

*Vol. 138, nº 3.306, octubre de 1991, p. 87*

\* \* \*

## EL AVE INVIRTIO CUATRO HORAS DE MADRID A SEVILLA EN LAS PRUEBAS OFICIOSAS

El tren ya ha realizado un viaje de forma oficiosa y sólo para técnicos del proyecto, que comprobaron el estado del trazado de ancho europeo y el grado de construcción de los viaductos y de los puentes.

En las pruebas se invirtieron cuatro horas y diez minutos desde Madrid a Sevilla, sin paradas. Se utilizó una locomotora Diesel, con ocho unidades del modelo Talgo de rodadura desplazable.

Según un portavoz de Renfe este primer recorrido no se hizo para comprobar velocidades —si bien en la zona de Brazatortas y a la entrada de Córdoba se alcanzó una velocidad de 200 kilómetros por hora— sino para conocer el comportamiento de los viaductos y túneles construidos en la zona.

La misma fuente ha indicado que la electrificación del trazado de Alta Velocidad se puede concluir en noviembre, por lo que la prueba del AVE se podría realizar en diciembre, ya que es en el último mes de

año cuando se entregará la primera unidad del tren de Alta Velocidad Española.

Las obras de infraestructura y vía de la línea de Alta Velocidad Madrid-Sevilla en el mes de abril estaban realizadas en el 97%. Se espera que en el mes de abril de 1992 circulen ocho de los 24 trenes contratados con la empresa Alshom.

De acuerdo con las declaraciones realizadas en los últimos meses por la presidenta de Renfe, Mercé Sala, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes está estudiando la reducción del número de trenes contratados con la multinacional.

Cuando esté a pleno funcionamiento, el AVE alcanzará una velocidad máxima de 300 kilómetros por hora. Tendrá una capacidad para transportar a 321 viajeros, está equipado con aire acondicionado y lleva instalación de vídeo.

Además de estas prestaciones, se le ha dotado de servicio telefónico y se han destinado zonas para niños, áreas familiares y se han acondicionado espacios para facilitar el viaje y acceso a personas con minusvalías físicas.

*Vol. 138, nº 3.308, diciembre de 1991, p. 74*

\* \* \*

## LÍNEA DE ALTA VELOCIDAD CÓRDOBA MÁLAGA

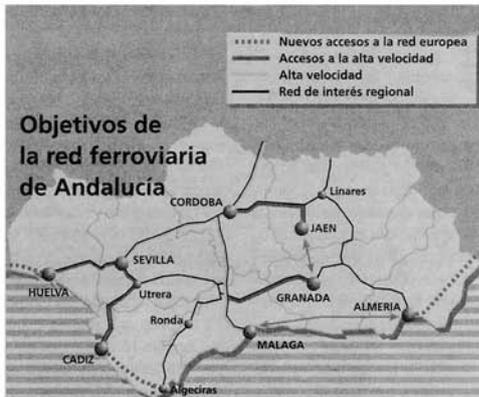
El Ministerio de Fomento concluye en estos días la licitación de la redacción de los proyectos de infraestructura de una línea de alta velocidad entre Córdoba y Málaga. Esta línea se incorporará a la ya existente entre Madrid y Sevilla y, por lo tanto, al eje en construcción que unirá Madrid con París a través de Barcelona y, en el futuro, también a través

del País Vasco. La nueva infraestructura tendrá un longitud de 170 kilómetros, de los cuales 155 kilómetros son de obra nueva, que construirá el GIF. El coste previsto de inversión asciende aproximadamente a 200.000 millones de pesetas, de los cuales el 80 por ciento puede contar con subvenciones comunitarias. Los tiempos de viaje entre Córdoba y Málaga serán de 44 minutos y entre esa ciudad y Madrid se precisarán tan solo 2 horas y 21 minutos, según el estudio informativo del proyecto, realizado por la Junta de Andalucía

La solución planteada escoge un trazado en variante total respecto de la vía actual, excepto en las proximidades de las dos grandes ciudades, Córdoba y de Málaga, donde aprovecha el mismo corredor. La futura línea reduce la longitud

del recorrido, pasando de los 192,3 kilómetros de línea actual a una longitud de 170,2 kilómetros, de los cuales 155,2 kilómetros son de obra nueva, aprovechando 15 kilómetros de la línea actual Córdoba a Sevilla. De la construcción y administración de esta línea se encargará por decisión reciente del Consejo de Ministros, el GIF.

El proyecto concibe una línea en la que se puedan alcanzar velocidades en torno a los 300 km/h, aunque en las zonas montañosas de la llegada a Málaga se han reducido los parámetros de diseño. Así se ha perfilado una infraestructura en la que los trenes circularán a una velocidad media de 248 km/h, resultado de las velocidades conseguidas entre Córdoba y Antequera 268 km/h y entre Antequera y Málaga, 218 km/h.



PROPUESTA DE PARÁMETROS DE DISEÑO	
Velocidad máxima trenes AVE .....	300 km/h-350 km/h
Velocidad máxima trenes TALGO...	220 km/h
Vida útil previsible .....	> 100 años
Ancho de vía .....	1.435 m
Anchura de plataforma .....	13.600 m
Balastro .....	Tipo A según NRV
	3.400 de Renfe
Galibo .....	UIC 505
Vías de circulación .....	2
Pasos inferiores de carreter	
a con altura de 5 m. ....	se protegerán
	contra impacto
Tipo de carril en recta.....	UIC 60. Dureza 90
Tipo de traviesa.....	Hormigón
	monobloc
Longitud de estaciones .....	550 metros
Rampa máxima normal.....	15%
Radio mínimo en alineación	
circular para líneas especializadas	
enviajeros.....	7.600 m
Id-id.Id. Excepcional en tramos	
Singulares .....	5.500 m (excepto en
	zonas periurbanas)
Aceleración sin compensar en	
plano de vía.....	0,52 m/s <sup>2</sup>
Longitud de andenes .....	400 m
Sección mínima del túnel	
doble vía .....	100 m <sup>2</sup>
Distancia entre subestaciones .....	60 km
Instalaciones de seguridad .....	Línea LZB, bloqueo
	automático y ASFA

CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA	
Longitud de la línea .....	170,2 km
Longitud total de obra nueva .....	155,9 km
Longitud en túnel.....	19.370 m
Número de túneles .....	7
Longitud en viaducto .....	5.895 m
Número de viaductos.....	23
Tiempo de viaje Córdoba B Málaga .....	43 minutos

MEJORA EN TIEMPOS DE ACCESO A MÁLAGA			
Recorrido .....	Distancia .....	Tiempo actual .....	Tiempo AVE .....
Málaga-Córdoba	170,2	2 horas 8 minutos	44 minutos
Málaga-Madrid	514,2	4 horas 10 minutos	2 horas 21 minutos
Málaga-Barcelona	1.081	13 horas 5 minutos	5 horas 20 minutos
Málaga-París		23 horas	8 horas 50 minutos

MEJORA EN TIEMPOS DE ACCESO A GRANADA			
Recorrido .....	Distancia .....	Tiempo actual .....	Tiempo AVE .....
Granada-Málaga	169,2	2 horas 40 minutos	1 hora 17 minutos
Granada-Córdoba		3 horas 26 minutos	1 hora 32 minutos
Granada-Madrid	570,2	5 horas 49 minutos	3 horas 32 minutos
Granada-Barcelona		14 horas 55 minutos	7 horas 05 minutos

## RECUPERACIÓN DE TRAZADOS DE FERROCARRIL PARA EL OCIO

El Ministerio de Medio Ambiente adjudicó en el año 1999 diversas obras para adecuar trazados de ferrocarril hoy en desuso a actividades recreativas, como senderismo y cicloturismo. Las "vías verdes" objeto de estas actuaciones se sitúan en diferentes comunidades.

En la provincia de Gerona, el Ministerio ha adjudicado el proyecto de acondicionamiento para un tramo ferroviario de unos 40 km. de longitud, que discurre por el municipio de San Feliú de Guixols y otros. La inversión prevista es de 238 millones de pesetas.

También se destinan 57 millones para el trazado de Tudela-Tarazona, entre Zaragoza y Navarra, con una longitud de 22 km.

En La Rioja se destinan 112 millones para un tramo de ferrocarril de 26 km. entre Casalarreina y Ezcaray.

En la provincia de Jaén, se invierten 276 millones de pesetas en la llamada "vía del aceite", con una longitud de 54 km., desde Jaén al río Guadaloz. También en Andalucía, en la provincia de Cádiz, se invierten 106 millones de pesetas para recuperar el tramo de ferrocarril, de 3 km. de longitud, entre Morón y Olvera.

Las obras en general comprenden el acondicionamiento de la plataforma en un ancho de unos 3 m, la instalación de luces en los túneles del recorrido (si los hay), instalación de barandillas protectoras y zonas de terraplenes muy pronunciados y acondicionamiento de viaductos, para garantizar el desarrollo de actividades de senderismo y cicloturismo.

Además se repoblarán los taludes erosionados por el agua y se acondicionarán, con mobiliario urbano y árboles, las correspondientes áreas de servicio del recorrido.

También se instalará la señalización adecuada para fines informativos y de seguridad y barreras para impedir el paso de vehículos a motor. ■

*Vol. 147, nº 3.396, marzo de 2000, p. 86*

\* \* \*

## FERROCARRIL SEVILLA-FARO

La U.E. considera fundamental una conexión ferroviaria entre Sevilla y Faro, y de hecho forma parte de la lista de 14 proyectos que dicha Comisión estima prioritarios para completar la Red Transeuropea de Infraestructuras Ferroviarias, y contará por ello su financiación con fondos europeos.

En la actualidad, solo existe servicio ferroviario entre Sevilla y Huelva, ya que su prolongación hasta Ayamonte ( otros 64 Kms) fue cancelada en el año 1.985. La población gemela de Ayamonte en territorio portugués, Vila Real de San Antonio, se encuentra conectada a Faro por ferrocarril.

La conexión existente entre Sevilla y Huelva, es una vía única electrificada de 118 Kms de longitud, con velocidad media comercial de 88 kms/h y duración de 1 hora y 35 minutos, mientras que los 57 Kms existentes entre Faro y Vila Real, se cubren en 1 hora y 20 minutos, circulando a 45 Kms/h.

El estudio de viabilidad que se está elaborando para esta nueva línea, prevé circular a 220 km/h y

reducir los tiempos de viaje a 42 minutos, entre Sevilla y Huelva; 43 minutos entre Huelva y Faro y de 1 hora y 27 minutos entre Sevilla y Faro.

La línea pasará por La Palma del Condado, San Juan del Puerto, Cartaya y Lepe, evitando Isla Cristina y La Antilla por su valor ecológico.

El cauce del Guadiana se ha planteado con dos alternativas: un corredor Sur por Ayamonte y cruce en túnel, saliendo a Vila Real de San Antonio, y un corredor Norte, a la altura de la Autopista, en puente, saliendo a Nora a 11 Kms de Vila Real.

Entre Nora y Faro se hará una variante de 30 Kms. para permitir velocidades de 220 kms/h. La longitud prevista del túnel subálveo será de 4.000 mts, de los cuales 1.200 discurrirán bajo el río, mientras que el puente, solución menos costosa, será de 700 mts.

El presupuesto estimado es de unos 150.000 millones de pesetas, incluyendo plataforma de doble vía para ampliaciones, aunque inicialmente se construirá vía única electrificada. ■



*Vol. 148, nº 3.408, marzo de 2001, p. 82*

\* \* \*

## EL AVE CÓRDOBA-MÁLAGA SE PONE EN MARCHA

**A** mediados de diciembre de 2000, el Consejo de Ministros autorizó la contratación de las obras de tres tramos de la nueva línea de alta velocidad Málaga-Córdoba. La suma de los presupuestos de estos tres contratos alcanza la cifra de 20.377 millones de pesetas, para 43 km. de doble vía. Los trayectos contratados son Guadalcázar-Santaella, Roda de Andalucía - Fuente de Piedra y Fuente de Piedra - Bobadilla.

Las obras las realiza el GIF, con una inversión de 1.500 millones realizada en el año 2000 para la redacción de los proyectos constructivos de los diferentes tramos en que ha sido dividida la traza.

El tramo Guadalcázar-Santaella, de 25,5 km. de longitud, se extiende por los municipios de Guadalcázar, La Carlota, Écija y Santaella, en

las provincias de Córdoba y Sevilla. El Presupuesto de las obras de este tramo suma 9.103 millones con un plazo de ejecución de 22 meses.

El tramo de la Roda de Andalucía a Fuente de Piedra, de 13,2 km. de longitud, discurre por los territorios de los municipios de la Roda de Andalucía, Alameda, Puente de Piedra y Humilladero, en las provincias de Sevilla y Málaga. Esta obra necesita una inversión de 5.389 millones y un plazo de ejecución de 24 meses.

El tramo de Fuente de Piedra a Bobadilla, de 8,4 km. de longitud, se sitúa en los municipios de Fuente de Piedra y Antequera, en la provincia de Málaga. Además del trazado de alta velocidad donde se construirá un túnel de 380 metros de longitud, se edificará la nueva estación de

alta velocidad de Bobadilla. El presupuesto de este tramo se eleva a 5.886 millones con un plazo de ejecución de 24 meses.

Estos tramos han sido recientemente adjudicados, el primero de ellos al Grupo Dragados - Tecsa, el segundo al Grupo Azvi y el tercero al consorcio Constructora Hispánica - Copisa

La construcción de la nueva línea Málaga - Córdoba se contempla en el Programa de Infraestructuras Ferroviarias 2000-2007 propuesto por la Administración general del Estado que llevará los servicios de alta velocidad hasta ciudades como Málaga, Jaén, Granada, Almería, Cádiz y Huelva. Estas nuevas infraestructuras de alta velocidad conectarán con la actual línea Sevilla-Madrid, en Aranjuez, Córdoba y Sevilla.

Cuando se ponga en servicio la línea de alta velocidad Málaga-Córdoba el tiempo de viaje entre Córdoba y Málaga será de 45 minutos en vez de las 2 horas y 8 minutos actuales. Así mismo, el tiempo de viaje de Madrid a Málaga se reducirá hasta las 2 horas y 25 minutos, desde las 4 horas y 10 minutos actuales.

Por otra parte, aunque relacionado con la línea de alta velocidad de conexión con el Sur, se han licitado ya todos los estudios y proyectos de infraestructura del acondicionamiento de la línea de Jaén a Alcázar de San Juan y Madrid

Los estudios informativos corresponden a los tramos de Jaén - Linares, Vadollano - Santa Cruz de Mudela (que incluye el paso de Despeñaperros) y Villasequilla - Villaseca y los proyectos correspondientes a Linares - Vadollano, Santa Cruz de Mudela - Manzanares, Manzanares - Alcázar de San Juan y Alcázar - Villasequilla. ■

*Vol. 148, nº 3.412, julio de 2001, p. 79*

\* \* \*



### NUEVO TRAMO DEL AVE A MÁLAGA

**E**l Ente Gestor de Infraestructuras Ferroviarias (GIF) ha adjudicado las obras de plataforma del tramo Santaella - Puente Genil (Córdoba) del tren de alta velocidad Córdoba - Málaga a la Constructora Necso por un importe de 10.556 millones de pesetas y un plazo de ejecución de 24 meses.

El total de obras adjudicadas en la línea de alta velocidad Córdoba

-Málaga afecta a 97,3 Km. y supone una inversión total de 61.758 millones de pesetas. Todos los tramos del AVE que discurren por la provincia de Córdoba están ya en marcha y quedan algunos tramos que discurren por la provincia de Málaga, más complicados técnicamente al atravesar sistemas montañosos. ■

*Vol. 148, nº 3.415, noviembre de 2001, p. 92*

## INICIO DE LAS OBRAS DE MEJORA DE LOS ACCESOS FERROVIARIOS AL AEROPUERTO DE MÁLAGA, POR DRAGADOS-TECSA Y COMSA RESPECTIVAMENTE

El pasado día 3 de diciembre se ha iniciado, con la colocación de las primeras traviesas, las obras de mejora de los tramos Campamento Benítez-Benalmádena y Benalmádena-Fuengirola, de los accesos ferroviarios al aeropuerto de Málaga, en la línea Málaga-Fuengirola.

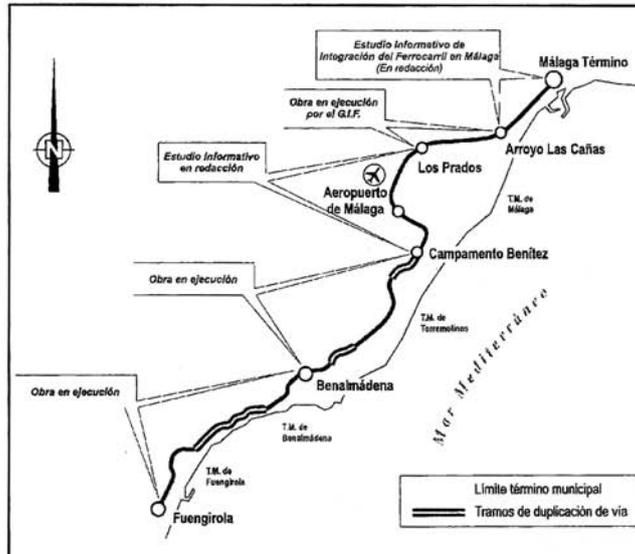
El tramo Benalmádena-Fuengirola tiene una longitud de 10,62 km, un presupuesto de 19.283.923,39 € y un plazo de ejecución de 25 meses. Las obras serán ejecutadas por la UTE formada por Dragados Obras y Proyectos y Tecsa.

El tramo Campamento Benítez-Benalmádena tiene una longitud de 8,19 km, un presupuesto de 16.771.789 € y un plazo de ejecución de 22 meses. Las obras serán ejecutadas por la empresa Comsa.

El tramo "Campamento Benítez-Benalmádena" se inicia en el p.k. 19/459 (municipio de Benalmádena), duplicándose la vía actual en una longitud de 3.711 m. situados entre los pp. kk. 11/269 a 12/913 y los pp. kk. 16/941 a 19/008, a través de los municipios de Málaga, Torremolinos y Benalmádena.

Las principales unidades de obra son:

- Ejecución de la explanación para doble vía.
- Permeabilización transversal de la línea, mediante la adaptación de todos los pasos existentes a la nueva situación.



- Montaje de una nueva vía y renovación de la actual con traviesa polivalente, en una longitud de 3,71 km, así como el montaje de los desvíos y escapes necesarios.

- Remodelación de las estaciones de Campamento Benítez-Campos de Golf, Los Álamos, La Colina y El Pinillo.
- Adaptación a la nueva situación del drenaje, la electri-

ficación y las instalaciones de seguridad y comunicaciones.

- Ejecución de las correspondientes obras de integración ambiental, entre las que destaca la instalación de pantallas antirruído.

El inicio del Tramo "Benalmádena-Fuengirola" se sitúa en el p.k. 19/606 de la vía (estación de Benalmádena-Arroyo de la Miel) y su término en el p.k. 30/226 (estación de Fuengirola), duplicándose la vía actual en una longitud de 4.662 m. situados entre los pp.kk. 22/341 y 17/003, en los términos municipales de Benalmádena y Fuengirola.

Las principales unidades de obra son:

- Ejecución de la explanación para doble vía.
- Permeabilización transversal de la línea, mediante la adaptación de todos los pasos a la nueva situación.
- Ejecución de un túnel de 150 m de longitud, que permitirá el paso de una de las dos vías previstas.
- Montaje de una nueva vía y renovación de la actual con traviesa polivalente en una longitud de 4,66 km, así como el montaje de los desvíos y escapes necesarios.
- Adaptación a la nueva situación del drenaje, la electrificación y las instalaciones de seguridad y comunicaciones.
- Ejecución de las correspondientes obras de integración

ESTADO DE LAS ACTUACIONES PREVISTAS EN LA LÍNEA

TRAMOS	LONGITUD (Km)	SITUACIÓN
Málaga Término-Arroyo de Las Cañas	3,20	Incluido en el Estudio informativo de integración del ferrocarril en Málaga, actualmente en redacción
Arroyo de Las Cañas-Málaga Los Prados	1,10	Obras en ejecución por el GIF
Málaga Los Prados-Campamento Benítez	7,32	Estudio informativo en redacción
Campamento Benítez-Benalmádena	8,19	En obras
Benalmádena-Fuengirola	10,62	En obras

# ÍNDICES

---

ONOMÁSTICO  
TOPONÍMICO



# ÍNDICE ONOMÁSTICO

N O M B R E	P Á G I N A / S
Abellá, Eugenio	277
Acedo	121, 125, 128
Acuña, Joaquín	126, 128
Aguilar, Blas	129
Aguirre y Labroche, Carlos de	287
Alcaide, Antonio	297
Alcober, José	287
Alincourt Braga	97, 98
Almeida d'Eça	98
Alonso Fernández, Noelia	8, 241, 243
Alonso Grimaldi	98
Alonso Vega, Camilo	292
Angulo, Julián	292
Aponte, José María	8, 203, 205
Aramburu, Manuel de	96
Aranda, general	153
Argüelles, Agustín	91
Arrese, José Luis de	292
Balleras, J.M.	270
Bandeira Coelho de Mello	97, 98
Baqué	125
Barón	125
Barros, Diego de	99
Basinski	121, 125, 126, 128
Bassegoda	126
Bernaldo de Quirós, Fernando	8, 203, 205
Betancourt, Agustín de	91
Boguerin, Javier	285, 286
Bosch, Bartolomé	125, 128
Bosch, Ivo	121, 125, 126, 128, 129
Bosch, Pablo	125, 126
Briones Blanco, Florentino	291
Burgos y Beloy, Antonio	289
Burgos, Javier de	91
Calabia, Enrique	294
Calero Portocarrero, Mariano	49
Calzado	125
Cappa, León	277
Cárdenas, José	125
Carlos III	89
Carral, Aníbal	291
Casinello, Juan	125
Castro, Carlos María de	269
Ceballos, Rafael	294
Cervantes, Francisco J[avier]	7, 111, 115, 125, 126, 128
Cervantes, Juan	125
Cerveró, Luis	294
Chevalier	22
Cockerill, sociedad	109

N O M B R E	P Á G I N A / S
Coderch, R[afael]	8, 147, 150
Coll	126
Collet, Albert	133, 134
Corbacho	121
Couche, [Charles-Henri-François]	74
Cruz, Práxedes M.	126
De la Cruz Granelli, José	294
De la Fuente González, Jesús M.	8, 241, 243, 263
Delgado Ruiz, José Sebastián	294
Díez, Luis	7, 35, 37, 41, 43, 45
Domingo y Roca, Valentín de	287
Echegaray, Eduardo	125, 128
Entrambasaguas, Juan de	74
Entrecanales y Távora, sociedad	193
Entrecanales, José	182
Escobar	125
Fasio, Francisco María	49
Faura	125
Fernández Arroyo	125
Fernando VI	91
Fernando VII	91
Fesser, Carlos	8, 137, 139
Figuerola	121
Fuentes, Cayetano	126
Funes Palacios, Carlos	8, 219, 221
García Lomas, José María	8, 151, 153
García-Lomas, José	294
Gavín, Manuel	294
Gil Gandía, Juan A.	8, 241, 243, 263
Gómez Roldán, Inocencio	95
González Arnao, Jacobo	269
Guerin	121
Guilleminot	18
Guirand Brahic, Gustavo	289
Hoghton Chapman, Enrique	289
Inchaurrandieta, Rogelio de	7, 101, 105, 121, 125, 126
Ivorra, Ricardo	125, 128
Iwais	294
Jacqueau [Galbrun], [Jean Charles]	49
Jiménez Herrando, Julián	294
Keily, Richard	49
Lamón	126
Lara, Pedro de	49
Le Boeuf, Carlos	287
Linares Rivas	121
Llamas, Rafael	294
López Carbonero, Pedro	290
López de Letona	121
López Pita, Andrés	8, 225, 227, 240
Lorenzo Ochoando, Pascual	294
Luca de Tena	125
Luque	125, 126
M. [Monterde, Agustín]	7, 67

N O M B R E	P Á G I N A / S
Maluquer, Manuel	7, 123, 125, 129
Manoach	125, 126, 128
Marcoartu, Agustín de	268
Martín Moreno, Francisco	170
Martínez Hernández, Ramón	294
Mayo, Ángel	269
Medina Vitores	125
Mendaña, Felipe	263
Méndez-Acosta, José	291
Mola, general	158
Molero Levenfeld, José	126, 127
Moliní, Federico	126
Montenegro, Francisco	126
Morales, Enrique	139
Moreau, Carlos	277
Morella, marqués de	144
Moreno	294
Moreno Osorio	121, 125, 128
Moreno Torres	292
Morera	126
Mousinho de Albuquerque, José Diego M.	95
Múrquiz, José Luis	173
Navarro Beltrán, E[duardo]	8, 131, 136
Navarro Martín	294
Navarro Rodrigo	121
Navarro, Antonio	125
Oños, Ramón	277
Ortega, Leonardo	125
Ortiz de Lanzagorta	121, 125, 126
Page, Eusebio	7, 93, 95, 99
Parent, Schaken, Caillet et Cie.	85
Pastor	286
Pedreño, Eduardo	270
Peironcely	121
Peragalo	125
Peralta	97
Pérez, Emilio	125
Pírez, Antonio	126
Pons	125
Prudhomme	232
Puig Batet, José	294
Quiñones	125
R[odríguez] Arango, Luis	8, 141, 145
Ramírez Falero, José	287
Rathbum	180
Río, Juan del	179, 181, 195
Rivera, Valero	126
Rivero de Aguilar, José María	170
Rivero y Ortigosa, Fermín María del	287
Roca García, Gabriel	291
Roca, José María	49
Rodríguez, Gabriel	269
Roldán Écija	294



# ÍNDICE TOPONÍMICO

NOMBRE	PÁGINA / S
Abdalajís	8, 32, 241, 243, 245, 249, 251, 252, 254, 256, 261
Abla	126
Acaraz, sierra de	17, 279
Adamuz	32
Adra	279
África	8, 89, 137, 139, 143
Aguadulce	33
Águeda, valle del	98
Aguilar de la Frontera	32, 289
Águilas, puerto de	287
Agujero, pantano de El	195
Aire, isla del	89
Alagón, río	72, 97
Alais	75
Alameda	32, 301
Alamedilla	103, 115, 126
Álamo, El	21
Álamos, Los	302
Alar del Rey	22, 50, 52, 56, 158, 275
Álava	71
Albacaes, ribera de los	96
Albacete	51, 55, 76, 271, 276, 279, 281
Albaida del Aljarafe	34
Albánchez	33
Albardado, arroyo	22, 23, 24, 27, 28, 29
Albarracín, sierra de	70, 71
Alberche, río	72
Albolote	33, 288
Albuñuelas	33
Alburquerque	274, 276
Alcalá de Guadaíra	32, 221, 224
Alcalá del Río	33
Alcalá la Real	270, 279
Alcanadre, río	71, 165, 166
Alcañiz	165, 291
Alcaracejos	33, 291
Alcaraz	271, 279
Alcaraz, sierra de	70, 71
Alcaucín	33
Alcazaba, La	292
Alcázar de San Juan	51, 57, 73, 74, 75, 270, 273, 276, 277, 278, 281, 294, 301
Alcolea	20, 27, 297
Alcolea del Río	33
Alconetar	57, 276, 277, 280
Alcossebre	165
Alcudia	277
Aldea del Obispo	97, 272, 274
Aldea Nova	96
Alduides	143, 144

N O M B R E	P Á G I N A / S
Alemania	15, 228
Alfacar	33
Alfacar, sierra de	103
Alfambra	162, 164, 168
Alfarnate	32
Alfarnatejo	33
Algaba, La	33
Algarinejo	32
Algeciras	8, 84, 139, 141, 143, 173, 174, 185, 198, 263, 270, 271, 273, 276, 278, 281, 285, 289
Alhama de Granada	9, 32, 290
Alhama, río	290
Alhambra, La	291
Alhamilla, sierra	128
Alhaurín de la Torre	32
Alhaurín el Grande	32
Alhendín	32
Alhondiguilla, La	21, 23, 27
Alicante	50, 51, 55, 73, 74, 75, 76, 87, 89, 125, 128, 270, 276, 278, 287, 289
Alicún	115, 125
Alleghanys, montes	15, 22
Aller	70
Almáchar	32
Almadén	17, 21, 22, 24, 25, 28, 29
Almagrera, sierra	279
Almansa	17, 18, 50, 51, 55, 56, 276, 277, 285
Almansa, puerto de	73
Almanzor, pico de	70
Almanzora, río	71
Almargen	33, 291
Almazán	276
Almeida	97, 282
Almenara, pico de	70
Almería	7, 9, 12, 70, 71, 89, 101, 103, 104, 111, 113, 115, 117, 119, 120, 121, 123, 125, 126, 127, 128, 270, 271, 273, 276, 278, 279, 281, 285, 287, 288, 289, 290, 295, 301
Almería, río	71
Almodóvar del Río	20, 21, 33, 50
Almogía	32
Almonte, río	72, 280
Almorchón	73, 271, 272, 274, 276, 277, 281, 281
Almozara, estación de La	165
Almudévar	293
Almuñécar	279
Almuradiel	75
Álora	32, 243, 249, 273, 276, 281
Alozaina	32
Alpes, cordillera de los	15, 143, 144, 228, 230
Alpujarra, La	290
Alquife	128
Alsasua	57, 73, 139, 158, 159, 275
Alto Sella	161
Amboto, pico de	70

N O M B R E	P Á G I N A / S
Ambrós	34
América	75, 143
Anchurón, arroyo del	104, 126
Andalucía	5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 27, 29, 30, 32, 58, 70, 159, 221, 267, 269, 271, 272, 280, 289, 298, 300
Andarax, río	127, 290
Andújar	16, 17, 18, 19, 20, 32
Angostura, La	20, 21, 23, 27, 28, 30
Angosturas, barrio de Las	249
Antas	289
Antequera	18, 19, 32, 243, 249, 299, 301
Antilla, La	300
Añora	33
Apeninos, cordillera de los	75
Ara, ermita de	97
Aracena, sierra de	70, 71
Aragón	9, 18, 143, 154, 156, 158, 162, 164, 291, 293
Aragón, río	71
Arahal	32
Aranda de Duero	144, 166
Aranjuez	24, 49, 50, 51, 55, 57, 58, 73, 276, 277, 301
Archidona	33
Arcos de Jalón	75, 166
Arcos de la Frontera	32
Ardales	32
Ardisa	293
Arenys de Mar	50, 52, 56
Arga, río	71, 287
Ariza	143, 144, 162, 164, 276
Arjona	32
Arjonilla	32, 294
Arlanza, río	144
Arlanzón, río	70, 72
Armillas	33, 291
Arquillos	33
Árrago, río	97
Arroyo de la Miel	302
Arroyo de las Cañas	302
Ascain	163
Assumar	271, 280, 282
Astorga	153, 158, 162, 276
Asturias	9, 70, 120, 156, 158, 160, 161, 162, 168, 278, 291, 292
Atarfe	33
Atascadero, rambla del	104, 126
Atlántico, océano	15, 16, 17, 18, 72, 76, 89, 228, 230, 278, 285
Aurillac	74
Ávila	72, 139, 153, 158, 159, 162, 275
Avilés	49, 292
Ayamonte	9, 72, 96, 288, 300
Ayerbe	158
Aznalcázar	33
Aznalcóllar	33, 289
Azuaga	27

N O M B R E	P Á G I N A / S
Badajoz	57, 72, 73, 74, 75, 95, 96, 162, 271, 272, 274, 276, 280, 282
Badolatosa	32
Baeza	9, 18, 19, 32, 103, 119, 120, 121, 125, 126, 129, 289, 294
Bailén	32
Baleares	89, 90
Baltimore	75
Bangalen	75
Baños de la Encina	33
Barbastro	73
Barbate	289
Barbate, río	285
Barcelona	49, 50, 51, 52, 56, 57, 71, 73, 74, 75, 76, 87, 89, 121, 154, 167, 275, 276, 277, 278, 285, 287, 290, 297, 299
Bárcena	75, 76, 275
Bardenas, canal de las	293
Barrios, Los	84, 289
Barruelo	158
Basilea	230
Baúl	288, 290
Bayona	287
Baza	9, 103, 104, 279, 288, 289, 290
Baza, sierra de	104
Beas de Granada	33
Beasain	158, 275
Becerro	33
Bedmar	33
Bedmar, arroyo	120, 125
Begíjar	32, 125
Beira Alta	98, 99
Beires	288
Beja	96
Béjar	77, 272, 276, 279, 280
Belalcázar	32
Bélgica	109
Belicena	34
Belmez	15, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 33, 51, 57, 134, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 276, 277, 279, 281, 282, 289, 291
Bembézar, río	27, 71
Bembibre	158
Benagalbón	33
Benahadux	126
Benalmádena	33, 302
Benalúa	33, 126
Benamargosa	32
Benamaurel	290
Benamejí	18, 32
Benaque	34
Benicarló	165
Benicasim	276
Berja	290
Berlín	230
Bermeja, sierra	279
Bermejales, embalse de los	291, 292

N O M B R E	P Á G I N A / S
Besaya, río	71
Betanzos	275
Bética, cordillera	243, 246, 249
Bhore Ghaut, paso de	75
Bidasoa, río	71, 139
Bilbao	57, 70, 73, 74, 75, 83, 143, 144, 155, 156, 160, 165, 168, 276, 285, 287
Blázquez, Los	33
Bobadilla	34, 73, 153, 173, 174, 175, 176, 185, 195, 198, 243, 270, 271, 273, 276, 278, 279, 281, 289, 301
Bogarre	279, 290
Bolera, pantano de la	292
Bollullos	33
Bonanza	289
Borge, El	32
Bormujos	33
Braganza	272, 280
Brañuelas	74, 76
Brasil	75
Brazatortas	297, 298
Brenero, paso del	74, 75
Brenes	33
Brioude	75
Brújula, puerto de la	75, 143
Brunete	160
Bruselas	121
Buda, isla de	90
Buitrago	144
Buitreras, salto de las	180
Buitrón, El	73, 270, 277
Bujalance	32
Burdeos	143
Burgo de Osma	143
Burgo de Ronda	32
Burgos	51, 55, 57, 70, 71, 72, 74, 83, 139, 144, 159, 170, 275, 291
Burguillos	34
Busdongo, túnel de	74, 75
Caballo, sierra del	97
Caballos, barranco de los	279
Cabeza de Vaca, estación de	289
Cabezas, Las	32
Cabra	32
Cabra de Santo Cristo	115, 125
Cabriel, río	70, 71
Cabrita, cerra de la	120
Cáceres	57, 72, 97, 99, 158, 159, 162, 271, 272, 274, 276, 277, 279, 280, 282
Cacín	34
Cacín, río	290
Cádiz	7, 8, 9, 16, 17, 18, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 43, 45, 49, 50, 56, 57, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 84, 89, 155, 158, 165, 224, 263, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 276, 278, 279, 280, 281, 285, 286, 287, 289, 290, 298, 300, 301
Cádiz [Sevilla], estación de	217, 297
Cájar	33
Cala	9, 289

N O M B R E	P Á G I N A / S
Calaf	276
Calahonda	9, 290
Calahorra, La	126, 128
Calar del Mundo, sierra de	70
Calasparra	9, 289
Calatayud	158, 276
Caldas de Mombuy	277
Calicasas	34
Camas	33, 288
Cambil	32
Cambre	275
Campamento Benítez	302
Campamento, El	84
Campana	32
Campanillas, río	194, 195, 199, 201, 202
Campillo de Arenas	33
Campillos	32, 270, 271, 273, 276
Campo Alto, Nava de	21, 22, 23, 24, 29
Campo Bajo, Nava de	23, 24
Canarias	89
Canena	33, 289
Canfranc	70, 158, 165, 275
Canjáyar	290
Cantábrica, cordillera	70, 71, 72, 73, 76
Cantábrico, mar	76, 144, 278
Cantillana	32
Cañada, túnel de la	75
Cañete de las Torres	33
Cañete la Real	32
Caño, regajo del	30
Caparacena	34
Capellán, carretera del	120
Carcabuey	32
Carcajente	277
Carchelejo	33
Carchuna, llanos de	279
Cariñena	162
Carlota, La	32, 301
Carmona	32
Carpio, El	32
Carratracá	33
Carril	73
Carrión, río	72
Cartagena	73, 74, 76, 87, 271, 276, 279, 287
Cártama	32
Cartaya	288, 300
Cartuja de Granada, golilla	292
Cartuja de Jerez	267
Cartuja de Sevilla, ensanche	217
Casabermeja	32
Casalarreina	300
Casarabonela	32
Casariche	32, 289

N O M B R E	P Á G I N A / S
Casetas	158, 165, 276
Caspe	164, 165, 291
Castejón	165, 275, 276, 291
Castellón de la Plana	57, 89, 165, 276, 277
Castilblanco de los Arroyos	33
Castilla	18, 76, 98, 143, 167
Castilleja de Guzmán	34
Castilleja de la Cuesta	33, 288
Castilleja del Campo	34
Castilléjar	290
Castillejo	57, 73, 276
Castillo de las Guardas	32
Castillo, cañada del	23, 24
Castrejana, minas de	83
Castro del Río	32
Castro Urdiales	83
Cataluña	154, 155, 156, 166, 167, 168, 169
Cazalilla	34
Cazorla	32
Cazorla, sierra de	71
Cea, río	72
Cebollera, punta	70
Cega, río	72
Cenes	34
Centellas	77
Cercadilla	136, 289
Cereceda	83
Cerro de Pasco	74
Cerro del Águila, barrio	217
Ceuta	285
Chanchina	33
Chanza, río	96
Chaparral, El	288
Chapina	221
Chaves	98
Chiclana de la Frontera	32, 84, 271, 285
Chilches	34
Chile	74
Chimeneas	33
Chinchilla	73, 74, 276
Chipiona	33, 289
Chorro, El	194, 292
Churriana	33
Churriana de la Vega	33
Cijuela	34
Cillamayor	158
Cinca, río	71, 164, 165, 293
Città della Pieve	228
Ciudad Real	50, 72, 268, 271, 272, 274, 276, 280, 282
Ciudad Rodrigo	98
Cobas, puente de	120
Cobertoria, La	161
Cogollos	33

N O M B R E	P Á G I N A / S
Coín	32
Colina, La	302
Colmenar	32
Colmenarejo, acueducto de	86
Colomera	32
Colón, alameda	290
Colón, paseo	224
Colonia	230
Comares	33
Cónchar	34
Conil de la Frontera	32, 84, 285
Constantina	32
Copiapó, paso de	74
Corbones, río	200, 201, 202
Córdoba	7, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 51, 52, 55, 57, 58, 71, 72, 73, 74, 76, 84, 103, 134, 159, 173, 194, 199, 221, 231, 241, 243, 269, 270, 271, 273, 276, 277, 278, 279, 281, 286, 287, 289, 291, 294, 297, 298, 299, 301
Coria	96, 97
Coria del Río	32, 288
Coronil, El	32
Corrubedo	89
Cortes	289
Coruña, La	72, 73, 74, 75, 76, 88, 89, 90, 158, 275, 277, 287
Creus, cabo de	70, 71
Cruz, punta de la	90
Cúbica, ribera de la	96
Cubillas, río	103, 279, 291
Cuenca	57, 58, 71, 72, 73, 276, 277, 291
Cuenca, sierra de	70, 71, 72
Cuevas Altas	32
Cuevas Bajas	33
Cuevas de Almanzora	289
Cúllar Baza	290
Cúllar Vega	33
Cullera	71
Cútar	33
Dalias	279
Darro, río	291
Dax	139, 144
Deifontes	288
Denia	277
Desierto	83
Despeñaperros	270, 278, 301
Deva, río	71
Diezma	33
Don Lucas, arroyo de	30
Doña María	126, 288
Dos Hermanas	32
Dúdar	34
Duero, río	70, 72, 73, 75, 76, 97, 99, 120, 144, 271, 280
Duque, plaza del	217
Durango	144

N O M B R E	P Á G I N A / S
Dúrcal	33
Ebro, río	51, 70, 71, 73, 75, 83, 90, 144, 165, 166, 167, 168
Écija	16, 18, 19, 32, 270, 301
Egido, plaza del	267
Elga, río	97
Elgoibar	144
Elvira, sierra de	103
Empalme, El	73, 162, 167
Encinas Reales	33
Engui	287
Eo, río	71
Eresma, río	72
Erillas, Las	221
Escalones, loma de los	23, 24
Escañuela	34
Escatrón	276, 277
Escocia	75
Escúzar	33
Esla, río	72
España	7, 11, 12, 16, 17, 19, 22, 47, 49, 50, 51, 55, 59, 70, 72, 74, 75, 76, 83, 84, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 99, 104, 113, 120, 133, 134, 144, 149, 153, 167, 168, 169, 173, 206, 208, 228, 271, 272, 278, 280, 293, 294
Espartinas	33
Espeluy	34
Espera	33
Espiel	15, 17, 23, 29, 33, 57, 270, 271, 272, 273, 276, 277, 279, 281, 289
Estados Unidos	15, 22
Estepa	18, 32
Estepar	275
Estrella, La	23
Etampes	143
Europa	8, 11, 69, 74, 75, 76, 84, 104, 137, 139, 143, 227
Europa, picos de	70
Évora	96
Extremadura	17, 21, 23, 27, 155, 158, 167
Ezcaray	300
Facinas	84
Falla, puente de La	194
Fardes, río	103, 104, 105, 271
Faro	300
Faro, avenida	290
Farola, paseo	292
Fernán Núñez	32, 289
Fernando Camino, calle	290
Ferrol	275, 287
Figueras	277
Figueroa, plaza	290
Filabres, sierra de	104
Finisterre	89
Fiñana	126
Florenca	230
Flumen, canal de	293
Fonelas	103, 126

N O M B R E	P Á G I N A / S
Formiñena	293
Fraguas, puente de Las	160, 161
Francia	16, 70, 72, 73, 74, 85, 120, 133, 162, 165, 228, 271, 287
Francia, peña de	70
Frankfurt	230
Fregeneda, La	272, 280
Freila	290
Fuengirola	9, 296
Fuente de Piedra	33, 76, 301
Fuente del Arco	291
Fuente del Rey	34
Fuente la Lancha	34
Fuente Obejuna	20, 27, 32
Fuente Palmera	33
Fuente Santa	126
Fuente Vaqueros	33
Fuentes de Andalucía	32
Fuentes de Oñoro	98, 163
Fuentes, casería de	23
Gabia Chica	34
Gádor	126
Gádor, sierra de	279
Galdames, minas de	83
Galicia	72, 98, 99, 120, 158, 165, 278, 287
Gállego, río	71, 293
Gamonosa, dehesa	23, 27, 28, 30
Gandía	277
Gap	75
Garabit, viaducto de	120
Garbea, pico de	70
García, puente de	167, 168
Garcíz	34, 125
Gargallo	73, 277
Garrobo, El	34
Garrucha, La	279
Gata, cabo de	127
Gata, río	97
Gata, sierra de	70, 72
Gelves	33
Genil, río	18, 19, 27, 29, 71, 76, 103, 104, 200, 201, 202, 271, 279, 291
Génova	75
Gerena	33
Gérgal	126
Gerona	70, 271, 275, 276, 277, 279, 285, 300
Getafe	297
Gévora, río	72
Gibraleón	96
Gibraltar	8, 84, 270, 285, 286
Gibraltar, estrecho de	84, 278, 279, 285
Gigüela, río	72
Gijón	50, 52, 56, 72, 73, 74, 76, 77, 156, 161, 275, 277, 279, 287, 292
Gilena	33
Gines	33, 288

N O M B R E	P Á G I N A / S
Gobantes	243, 245, 249
Gobernador, arroyo de	9, 295
Gójar	33
Gor	290
Grado, pantano del	293
Grampianos, montes	75
Granada	9, 12, 16, 17, 18, 29, 32, 33, 34, 57, 70, 71, 73, 89, 103, 104, 128, 270, 271, 273, 276, 278, 279, 281, 288, 289, 290, 291, 292, 299, 301
Granja, La	275, 277
Granjuela, La	27, 33
Granollers	50, 51, 52, 56, 73, 77, 276
Grao de Valencia	50, 51, 55, 88
Great Western	74
Grecia	84
Gredos, sierra de	70, 72
Guadahortuna, río	103, 113, 114, 115, 126
Guadaíra, río	71
Guadañoz, río	71, 200, 201, 202
Guadalajara	275
Guadalaviar, río	70, 71
Guadalbarbo, río	20, 21, 27
Guadalcanal	281
Guadalcázar	33, 301
Guadalén, río	71
Guadalentín, río	292
Guadalete, río	267, 269
Guadalfeo, río	71, 291, 292
Guadalhorce, río	18, 243, 261, 292
Guadalhorce, sierra de	243
Guadalimar, río	17, 71, 119, 125, 279
Guadalmazán, arroyo	200, 201, 202
Guadalmedina, río	195
Guadalmellato, río	27
Guadalmena, río	17, 71, 279
Guadalmez, río	24
Guadaloque, río	71, 165
Guadaloque, río	300
Guadalquivir, río	9, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 27, 28, 29, 71, 73, 119, 125, 270, 271, 278, 279, 286, 289
Guadalupe, río	21
Guadarrama, sierra de	70, 72, 73, 74, 75, 76
Guadarranque, río	181, 185, 189, 193, 199, 201, 202
Guadiana Menor, río	71, 103, 104
Guadiana, río	15, 17, 20, 29, 71, 72, 73, 103, 271, 280, 300
Guadiaro, río	71, 174, 176, 178, 179, 180, 198, 201, 202
Guadiato, río	7, 13, 15, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 28, 29, 30
Guadiela, río	72
Guadix	7, 9, 101, 103, 104, 126, 279, 288, 290
Guardia, La	33
Guaro	32
Guarrizas, puente sobre el río	84
Guarromán	33
Guarromán, arroyo	21, 28, 29, 30

N O M B R E	P Á G I N A / S
Güéjar Sierra	33
Güevéjar	33
Guillarey	98
Guillena	33
Guipúzcoa	71, 89, 278
Hannover	228, 230, 232
Harane, sierra de	103
Heliópolis, barrio	217
Hellín	276
Henarejos	57, 58, 276, 277
Henares, corredor del	297
Hendaya	162, 163
Hernán Valle	290
Higuera de Arjona	33
Higuera, La	33
Higuerón, arroyo del	245
Hinojosa	32
Horadada, puente de la	83
Horna, puerto de	74, 75
Hornachuelos	33
Hoyo, puente de El	194, 199, 201, 202
Hozgarganta, río	184, 198, 201, 202
Huarte	287
Huélago	103, 104, 126, 290
Huelma	115, 125
Huelma, sierra de	103
Huelva	7, 12, 71, 73, 84, 89, 96, 99, 107, 109, 158, 221, 224, 270, 271, 273, 276, 277, 279, 281, 288, 300, 301
Huéneja	104, 126, 128
Huércal Overa	126, 287, 289
Huerva, río	71
Huesa	125
Huesca	71, 73, 158, 164, 165, 275, 293
Huéscar	9, 290
Huesna, río	17
Huétor Santillán	33, 279
Huétor Tájar	33, 270, 273, 276, 281
Huétor Vega	33
Huévar del Aljarafe	33
Huma, sierra de	243, 245, 249, 250
Humilladero	33, 301
Ibérica, cordillera	15, 143
Ibérica, península	70, 71, 72, 76, 86, 91, 98, 99, 103, 153, 249, 268, 278
Ibros	32
Igualada	276
Íllora	32
India	75
Inglaterra	128
Inmaculada Concepción, iglesia	294
Innsbruck	74
Inoso	75
Internacional, puente	162, 163
Irati, río	158

N O M B R E	P Á G I N A / S
Iregua, río	71
Iruela, La	33
Irún	50, 57, 72, 73, 74, 75, 76, 139, 143, 144, 155, 159, 162, 163, 165, 275, 278
Irurzun	275
Isabel II, canal de	86
Isla Cristina	288, 300
Italia	84, 228
Iturrigorri	84
Iznájar	32
Iznalloz	32
Iznate	33
Iznatorafe	32, 279
Jabalquinto	33, 270, 273, 276, 281, 294
Jaca	275
Jaén	18, 29, 32, 33, 34, 71, 103, 119, 120, 270, 273, 276, 279, 281, 292, 294, 300, 301
Jalón, río	71
Jamilena	33
Jandulilla, río	120, 125
Jara, paso del	75
Jarama, río	24, 72
Játiva	50, 51, 55
Javroz, viaducto de	120
Jayena	33
Jerez [Sevilla], puerta	297
Jerez de la Frontera	7, 8, 18, 19, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 49, 50, 51, 52, 56, 57, 73, 221, 267, 268, 269, 289, 291
Jerez de los Caballeros	96
Jerte, río	97
Jesús, cerro	23
Jimena	33, 125
Jimena de la Frontera	289
Jódar	32, 120, 129
Júcar, río	70, 71, 76
Jun	34
Karlsruhe	230
Kassel	232
Láchar	33
Ladrones, peña	20
Landete	276
Langreo	22, 50, 52, 56, 73
Larva	120, 125
Lebrija	32
Leganés	159, 162, 165
León	49, 72, 73, 74, 76, 77, 120, 153, 155, 156, 158, 161, 275, 277, 279, 287
Lepe	288, 300
Lérida	71, 73, 74, 76, 164, 165, 167, 275, 276, 287
Lerma	144
Linares	7, 9, 23, 24, 32, 101, 103, 111, 113, 114, 115, 117, 119, 120, 125, 128, 129, 270, 279, 288, 289, 290, 294, 295, 301
Linares, arroyo	23
Línea de la Concepción, La	84
Lisboa	72, 84, 97, 121, 144, 162, 163, 271, 280

N O M B R E	P Á G I N A / S
Llana, sierra	249
Llobregat, río	71, 73, 76
Lobras	290
Locle, Le	74
Loges, túnel de Les	74
Logroño	57, 71, 143, 276
Loja	18, 19, 32, 279
Londres	143
Lopera	32
Lora de Estepa	33
Lora del Río	32
Lorca	271, 273, 276, 279, 281, 285, 290
Lozoya	144
Lozoya, río	86
Lucena	16, 32
Luchana	83
Lugo	72, 76, 89, 275, 285
Luisiana, La	32
Lújar, sierra de	279
Lupión	34
Lupión, arroyo	119, 120, 125
Lyon	133, 134, 228, 230, 232
Macarena, barrio	217
Macharaviaya	33
Madrás	75
Madre Fuentes, arroyo	200, 201, 202
Madrid	12, 15, 17, 18, 19, 27, 29, 49, 50, 51, 55, 56, 57, 72, 73, 74, 75, 76, 86, 97, 125, 126, 128, 139, 143, 144, 153, 154, 158, 159, 161, 167, 168, 228, 230, 231, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 280, 281, 282, 287, 288, 289, 291, 294, 297, 298, 299, 301
Mahon	89
Mairena del Alcor	32
Mairena del Aljarafe	33
Majarabique	224
Mala, La	34
Málaga	8, 9, 12, 17, 18, 29, 32, 33, 34, 50, 57, 70, 71, 73, 74, 76, 84, 89, 158, 159, 173, 175, 178, 180, 185, 194, 199, 241, 243, 245, 249, 263, 270, 273, 276, 278, 279, 281, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 296, 298, 299, 301, 302
Malagón, río	96
Malagueta, barrio La	290
Malillo, puente sobre El	181, 198, 201, 202
Malladas, caserío de	97
Mallorca, isla de	90, 287
Malpartida de Plasencia	57, 73, 96, 97, 99, 271, 272, 276, 277, 280
Manacor	277
Mancha Real	32
Mancha, La	16, 17, 18, 76, 280
Manchester	49, 268
Mannheim	228, 230, 232
Mano de Hierro, barranco de	23
Manresa	52, 56, 76
Manzanal, puerto de	76

N O M B R E	P Á G I N A / S
Manzanares	73, 74, 75, 84, 103, 271, 274, 276, 280, 282, 289, 301
Manzanares, río	24, 72, 144
Maracena	33
Marchena	173, 197, 200, 273, 276, 281
Marianos, montes	15
Marinaleda	33
Mármol	34
Marmolejo	33
Marota, arroyo La	200, 202, 202
Marqués del Contadero, paseo	224
Marruecos	157
Marsella	75
Martorell	50, 52, 56, 276
Martos	32
Martos, baños de	290
Marvejols	120
Matachel, río	72
Matadero, arroyo	119, 125
Matagorda	50, 52, 56
Mataró	49, 50, 52, 56, 275
Matas, estación de Las	168
Mayorga	287
Medas, islas	71
Medina de Rioseco	287
Medina del Campo	72, 98, 139, 153, 158, 272, 275, 277, 280, 287
Medina Sidonia	32, 289
Medio, sierra del	287
Mediterráneo, mar	16, 18, 29, 70, 71, 72, 73, 76, 89, 127, 133, 134, 158, 159, 165, 278
Meira, sierra de	72
Méjico	74
Mena, huerta de	23
Menjíbar	33
Menorca, isla de	89
Merced, campo de la	24
Mérida	8, 17, 57, 73, 77, 159, 164, 270, 271, 272, 274, 276, 277, 280, 282, 285, 286
Midi-Pirineos	139
Mijas	32
Milán	230
Ministra, sierra	70, 72
Miño, río	72, 73, 98, 99
Miranda de Ebro	73, 74, 75, 139, 144, 153, 155, 156, 158, 164, 165, 276
Moclín	32
Moclinejo	33
Molares, Los	34
Molino de Alonso, camino del	119
Molino de la Vega, camino de	288
Molino de Viento, cerro del	267
Molíns de Rey	51, 52, 56
Mollet	277
Mollina	33
Molvízar, rambla de	292
Monachil	33
Moncada	51, 52, 56

N O M B R E	P Á G I N A / S
Moncayo, sierra del	70, 71, 72
Monda	32
Monegros, canal de los	293
Monforte de Lemos	73, 275, 277, 287
Monfortinho	96, 98, 99
Monjas, arroyo de las	97
Montabliz, viaducto de	161
Montblanc	276
Mont-Cenis, túnel del	74
Montefrío	32
Montejaque	289
Montellano	32
Montemayor	32
Montilla	32, 289
Montoro	18, 19, 32
Monturque	33
Monzón	165
Mora	167
Moraleda de Zafayona	290
Moraleja	97
Moreda	7, 9, 101, 103, 104, 126, 128, 288, 290
Morena, sierra	15, 16, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 27, 29, 70, 76
Morente	34
Moreras, portillo de las	97
Moro, llano del	30
Morón de la Frontera	32, 73, 270, 273, 276, 279, 281, 300
Morro, minas del alto del	84
Motril	9, 279, 290, 291, 292
Mouchard	75
Mulhacén o Muley Hacen, pico de	70, 104
Mumao, puente de	158
Mundo, río	71
Murat	74
Murcia	9, 89, 90, 271, 273, 276, 281, 285, 288
Múrtiga, río	7, 107, 109
Nacimiento	126
Najerilla, río	71
Nalón	71
Navalmoral de la Mata	158, 271, 272, 280
Navalperal	275, 277
Navamojada, valle de	97
Navarra	293, 300
Negrilla, estación de La	224
Nervión, río	71
Neufchâtel	74, 75
Neussargues	120
Nevada, sierra	70, 71, 74, 104, 290, 292
Níjar	279
Nívar	33
Noguera Pallaresa, río	71
Noguera Ribagorzana, río	71
Nora	300
Noruega	75

N O M B R E	P Á G I N A / S
Notáez	290
Novelda	276, 285
Nueva Gales	74
Nueva York	143
Nueva, plaza	297
Nules	165
Obejo	34
Oca, montes de	144
Oca, río	71
Odiel, río	71, 73, 96, 270, 273, 276, 279, 281
Ogíjares	33
Ohio	75
Olabeaga	84
Olazagoitia	275
Olías	33
Olivares	32
Olvera	300
Oporto	97, 98, 99, 120, 144, 282
Órbigo, río	72
Orbó	72, 275
Orconera, minas de la	83
Orduña	144, 156
Orense	72, 98, 99, 275, 277, 287
Orihuela	71
Orleans	134
Ormaiztegui, viaducto de	159
Ortuella	83
Osuna	18, 19, 32, 73, 270, 271, 273, 279, 281
Otura	33
Otzaurte	75
Oviedo	52, 56, 70, 71, 72, 89, 156, 158, 285, 292
Pacífico, océano	74
Pacios	75
Padul	32
País Vasco o Provincias Vascongadas	70, 92, 299
Pajares, puerto de	74, 75, 77, 160, 161
Palencia	70, 72, 73, 74, 75, 76, 275, 277, 287
Palenciana	33
Palma de Mallorca	277
Palma del Condado, La	300
Palma del Río	18, 27, 32
Palmones, río	181, 185, 189, 193, 199, 201, 202
Palo, barrio El	290
Palomares	33
Palomera, peña	70
Palos, cabo de	90
Pamplona	57, 71, 139, 158, 275, 287
Paradas	32
París	7, 8, 81, 83, 84, 86, 89, 90, 113, 133, 134, 139, 141, 143, 163, 228, 230, 232, 299
Pas, río	71, 83
Pasajes	144, 275
Paterna de Rivera	32

N O M B R E	P Á G I N A / S
Paymogo	96, 99
Pedreira	33
Pedrique, collado de	27
Pedro Abad	294
Pedro Martínez	126
Pedroches, Los	18, 24, 289
Pedroso, El	33, 286
Pegalajar	32
Pelayo, cerro	20
Peligros	33
Peñacastillo	70
Peñaflor	33
Peñalara, pico de	70
Peñarroya	9, 22, 27, 291
Periana	32
Pero Abad	33
Perpiñán	84, 230
Perú	74
Picamoixons	287
Pinillo, El	302
Pino Montano, barrio	217
Pinos Genil	33
Pinos Puente	32
Pinto	297
Píñar	33
Pío XII, barrio	217
Pirineos, cordillera de los	70, 71, 72, 73, 76, 95, 139, 272, 278, 280, 285
Pisuerga, río	72
Pizarra	33, 263
Plasencia	97, 158, 162, 279, 280
Plata, La	297
Plaza de Armas, estación de	221, 224
Pola de Lena	77
Ponferrada	76, 158, 275
Pontevedra	89
Pontón, puerto del	70
Porcuna	32
Portal, El	267
Portalegre	274
Portugal	7, 15, 17, 70, 72, 84, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 120, 125, 144, 155, 162, 271, 272, 274, 275, 276, 280, 282, 287
Portugalete	83
Posadas	20, 32
Pozazal, puerto de	74, 75, 76
Pozo Alcón	292
Pozoblanco	9, 32, 291
Prat	168
Priego	32
Príncipe Pío, estación	153, 168
Propios, Los	125
Puebla de Don Fadrique	290
Puebla de Guzmán	96
Puebla de Híjar	164

N O M B R E	P Á G I N A / S
Puebla de los Infantes	33
Puebla del Río	33
Pueblonuevo del Terrible	291
Puente de los Fierros	75
Puente Genil	18, 32, 271, 289
Puertas, barranco de	115
Puerto de Santa María, El	7, 18, 19, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 49, 51, 52, 56, 267, 268, 269, 289
Puerto Escandón	164
Puerto Lápice	29
Puerto Real	32, 57, 269, 273, 281
Puerto Rico	95
Puerto Rubio	22, 24, 28
Puertollano	291
Puigmal, pico de	71
Pulianas	34
Pulianillas	34
Purchil	33
Quéntar	33, 292
Quesada	32, 103, 120, 125
Quintanapalla	75
Quintanar de la Orden	276, 277
Quintanilla de las Torres	72, 144, 275
Quiroga	76
Rabanales, arroyo	24
Rambla	32
Recaredo, calle	217
Redondela	275
Reinosa	71, 156, 275
Renedo	83
Rethen	232
Reus	49, 50, 52, 56, 285, 287
Ribadeo	275, 285
Rinconada, La	34
Riofrío, barranco	109
Riogordo	32
Rioja, La	300
Riotinto	270, 279, 281
Robla, La	158, 161
Robledo, El	168
Rocosas, montañas	74
Roda de Andalucía, La	33, 289, 301
Ródano, río	228, 230
Roma	228, 230
Ronda, sierra de	71
Roquetas de Mar	279
Rosal	21, 27
Rosales, Los	159
Rota	32, 49
Rubio, El	33
Ruidera, lagunas de	72
Rus	289
Rusia	91

N O M B R E	P Á G I N A / S
Rute	32
Sabadell	51, 52
Sabiote	32, 279
Sacromonte, barrio	291
Sagra de Toledo, La	271, 280
Sahara	291
Salado, arroyo [Corbones]	200, 201, 202
Salado, arroyo [Guadalhorce]	245
Salado, arroyo [Guadiana Menor]	7, 103, 117, 119, 120, 121, 125, 126
Salamanca	72, 97, 98, 158, 159, 162, 165, 167, 272, 274, 275, 176, 277, 279, 280, 282, 287
Salar	33
Salares	34
Salteras	33
Salud, barrio La	224
Sama de Langreo	52, 275
San Bartolomé	96
San Bernardo, estación	221, 224, 297
San Calixto, sierra de	27
San Carlos de la Rápita	165
San Cebrián	23
San Esteban, meseta de	97
San Felipe, cerro	70, 71
San Feliú de Guixols	300
San Fernando	32, 84, 271, 273, 281, 285, 290
San Fernando, plaza	288
San Gil, arroyo	97
San Guim	75, 76
San Isidro de Dueñas	57
San Isidro, puerto de	70
San Jerónimo, estación de	221
San Juan de Aznalfarache	288, 289
San Juan de las Abadesas	73, 77, 276
San Juan de Nieva	156
San Juan de Terreros	287
San Juan del Puerto	73, 300
San Pablo, polígono	217, 224
San Pedro, río	269
San Roque	84, 271, 273, 276, 281, 285
San Saturnino	276
San Sebastián	139, 144, 159, 162, 275, 287
Sanguinal, valle del	97
Sanlúcar de Barrameda	32, 49, 71, 270, 289
Sanlúcar la Mayor	32
Santa Bárbara	165
Santa Cruz de Mudela	273, 276, 281, 294, 301
Santa Cruz del Comercio	33, 290
Santa Eufemia	24, 33
Santa Fe	32, 126
Santa Justa, estación de	224
Santa María	277
Santaella	32, 301

N O M B R E	P Á G I N A / S
Santander	50, 52, 56, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 83, 89, 139, 144, 156, 158, 160, 162, 168, 275, 285, 287
Santas Martas	287
Santiago de Calatrava	33
Santiago de Chile	75
Santiago de Compostela	73
Santiponce	33, 288
Santoña	275
Santos, Los	96, 279, 281
Santurce	83
São Paulo	75
Sariñena	165
Sarriá	57, 73, 276
Sata, puente de	97
Savia Grande	32
Schwarzwasser, viaducto de	120
Seca, rambla	104
Segovia	57, 72, 153, 158, 275, 277, 287
Segre, río	71, 76
Segura, río	71, 73, 76
Segura, sierra de	70, 71
Selgua	73
Sella, río	71
Semmering	22, 27, 75
Sena, rambla de	126
Sepúlveda	144
Seraign	109
Serpa	96
Serrato	34
Setenil	289
Sevilla	8, 9, 12, 16, 17, 18, 20, 21, 24, 28, 29, 32, 33, 34, 37, 49, 50, 52, 55, 57, 58, 71, 73, 74, 76, 77, 84, 96, 125, 129, 143, 155, 159, 162, 203, 205, 206, 208, 219, 221, 224, 228, 230, 243, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 276, 279, 280, 281, 282, 285, 286, 287, 288, 289, 294, 297, 298, 299, 300, 301
Sierra de Yeguas	33
Sil, río	72, 73, 158
Silla del Moro	292
Sima, acueducto de la	86
Sisargas, islas	90
Socuéllamos	50, 57, 267
Sol, costa del	296
Solete, vertientes de	267
Sóller	90
Somosierra	139, 144
Somosierra, sierra de	70, 72
Sorbas	9, 289
Soria	70, 71, 72, 139, 143, 144, 165, 275, 276, 287, 291
Sotonera, canal de la	293
Souleuvre, viaducto de	120, 121
Stuttgart	228, 230, 232
Suiza	120
Tabernas	290

N O M B R E	P Á G I N A / S
Tajo, río	24, 70, 72, 73, 76, 96, 97, 271, 280
Tajuña, río	72
Talará	33
Talavera de la Reina	17, 271, 272, 276, 277, 280, 282
Tarazona	300
Tardienta	73, 165, 275, 293
Tardón, barrio	217
Tarifa	84, 271, 285
Tarragona	49, 50, 52, 56, 57, 58, 71, 73, 86, 89, 90, 167, 276, 285, 287
Tarrasa	56, 167
Teba	32
Tembleque	51
Ter, río	71
Tera, río	72
Terrible, mina	22, 23, 24, 291
Teruel	71, 161, 162, 164, 165, 276, 277, 291
Tharsis	73, 96, 270, 273, 276, 279, 281
Tiétar, río	72
Tinamayor	70
Tinto, río	71
Tobaruela	34
Tocina	33, 286
Tocón	9, 290
Toledo	51, 57, 73, 158, 271, 276
Toledo, montes de	29, 70, 72
Tomares	33
Tormes, río	72
Torneo, calle	224
Torre Cerredo, pico de	70
Torre del Campo	32
Torre del Mar	9, 279, 290, 291
Torreárboles, cerro	23
Torreblanca	165
Torreblascopedro	34, 125
Torrecilla, La	96
Torredonjimeno	32
Torremilano	32
Torremolinos	33, 296, 302
Torreperogil	32
Torrequeradilla	34
Torres	32
Torrijos	271, 280
Torrox	279
Tortosa	165
Totalán	33
Trabancos, río	72
Trás-os-Montes	98
Trassierra	20, 21, 27, 28, 30, 34
Trebujena	32
Trespaderne	144
Triano	73, 83, 276
Trocadero, El	8, 37, 73, 267, 269, 273, 276, 281
Trujillo	34, 97, 280

N O M B R E	P Á G I N A / S
Tudela	57, 70, 73, 276, 300
Turín	75
Tuy	98, 99
Úbeda	9, 18, 19, 32, 129, 289, 294
Úbeda, loma de	279, 281
Ugíjar	290
Umbrete	33
Urepel	287
Urepel, río	287
Urtiaga	139
Urtiague	287
Urumea, río	71
Utiel	291
Utrera	18, 32, 73, 270, 271, 276, 279
Vadollano	301
Valchillón	173, 197, 200, 294
Valdeazogues, río	24
Valdejunquera	165
Valdenoceda	144
Valdepeñas	17
Valdepeñas de Jaén	32
Valdeprado, puerto de	70
Valderaduey, río	72
Valdivieso, valle de	144
Valencia	51, 55, 57, 58, 71, 73, 74, 76, 89, 139, 143, 154, 165, 167, 271, 277, 278, 285, 287
Valencia de Alcántara	165
Valencina	33
Valenzona, olivar de la	23
Valladolid	18, 51, 55, 57, 72, 74, 139, 143, 153, 155, 156, 158, 159, 161, 164, 168, 170, 275, 277, 287, 297
Valle de Abdalajís, sierra del	243, 245, 249, 250, 258
Valls	287
Valparaíso	75
Valsequillo	27, 33, 267
Vega, ermita de la	97
Vejer de la Frontera	84, 271, 285
Velasco, casería de	23
Veleta, pico del	70, 104, 292
Vélez Málaga	32, 278
Vélez Málaga, calle	290
Venta de Baños	70, 72, 73, 74, 75, 139, 156, 161, 275
Ventas de Alcolea	57
Ventas de Huelma	33
Ventas de la Encina	73, 74
Vera	273, 276, 279, 289
Vera, golfo de	279
Vera, La	271
Veracruz	74
Veredas	75
Verín	98
Verona	74
Vich	167

N O M B R E	P Á G I N A / S
Victoria, huertas de la	267
Viena	7, 74, 81, 83, 86, 89, 90
Vigo	73, 98, 99, 121, 139, 158, 275
Vila Formoso	98, 163
Vila Real de Santo Antonio	300
Vilches	33, 103
Villa del Río	32, 294
Villacarrillo	32, 279
Villafranca de Córdoba	32
Villafranca de Oria	158
Villafranca y Los Palacios	32
Villaharta	20, 27, 34
Villamanín	161
Villamartín	289
Villanueva o Vilanova	287
Villanueva de Andújar	33
Villanueva de Cauche	34
Villanueva de Mesía	33, 290
Villanueva de Tapia	33
Villanueva del Ariscal	33
Villanueva del Duque	33, 291
Villanueva del Rey	33
Villanueva del Río	33, 34, 286
Villanueva del Rosario	33
Villar, paso del	75
Villaralto	33
Villarcayo	144
Villardompardo	33
Villares, Los	33
Villargordo	33
Villaricos	279
Villarrobledo	57
Villasante	83
Villaseca	301
Villasequilla	51, 301
Villaviciosa	30, 33
Villuercas, sierra de las	70
Vinaroz	165
Virgen de la Cabeza, santuario	292
Virgen de la Peña	96
Virgen de las Angustias, basílica	291
Visillo, altos del	70
Viso del Alcor, El	32
Viso, El	32
Vitigudino	272, 280
Vitoria	139, 275
Vizcaya	71, 89, 156
Víznar	33
Wurzburg	228, 230, 232
Yesa, pantano de	293
Zadorra, río	71
Zafarraya	33
Zafra	7, 107, 109, 279, 281, 288









