

# Siglo y medio de innovaciones en construcción: la ingeniería civil española a través de la “Revista de Obras Públicas”

## *One hundred and fifty years of construction innovation: spanish civil engineering seen through the “Revista de Obras Públicas”*

Juan Antonio Becerril Bustamante\*

### RESUMEN

La Revista de Obras Públicas fundada en 1853 y publicada prácticamente sin interrupción desde entonces, fue idea de un grupo de jóvenes Ingenieros de Caminos. Es, desde esas fechas, referente constante de la ciencia y la técnica que constituyen la base de las obras públicas españolas.

Editada hasta 1923 por la Asociación de Ingenieros de Caminos, pasó entonces a su Escuela Especial, y desde 1992 es editada por el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos con el apoyo de dichas dos Instituciones. Su ámbito es el mundo de la ingeniería civil en el que presta atención constante a las innovaciones que aparecen en el mismo, recogidas en su edición mensual, en forma tradicional o en su página web. El estudio que sigue a continuación, es un resumen de los principales artículos que se publicaron en ella a lo largo de los siglos XIX y XX y recoge, clasificados por temas, tanto la opinión como la descripción de los avances de las infraestructuras españolas en ambos periodos.

070-25

**Palabras clave:** Obras Públicas. Historia. Ferrocarriles. Obras Hidráulicas. Carreteras. Puentes. Túneles. Puertos. Hormigón y Cemento.

## 1. PLANTEAMIENTO E HISTORIA

### 1.1. Planteamiento

La invitación del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, que celebra en este año el 60 aniversario de su revista **INFORMES DE LA CONSTRUCCIÓN** es un motivo de orgullo para la **REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS**, que ve así reconocida su

### SUMMARY

*The “Revista de Obras Públicas”, founded in 1853 and published practically without interruption ever since, was the idea of a group of young civil engineers. From this time on the journal has served as a constant reference of the science and technique behind Spanish public works.*

*The Asociación de Ingenieros de Caminos was responsible for editing the journal up to 1923 when it was transferred to the Escuela Especial de Ingenieros de Caminos, and, since 1992 the journal has come under the auspices of the Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos with the support of both of these institutions. The journal comes out every month in traditional paper format together with a digital version and covers the civil engineering world with constant focus on the innovations appearing in the sector. The following study may be seen as a synopsis of the main articles published throughout the nineteen and twenty centuries, complete with subject grouped opinions and descriptions of the advances in Spanish infrastructures over these two periods.*

**Keywords:** Public Works. History. Railways. Water Works. Roads. Bridges. Tunnels. Ports. Concrete and Cement.

labor en el mundo de la ingeniería civil. Expresemos, pues, nuestra gratitud a su Consejo de Redacción por tener presente a la ROP en ocasión tan señalada, al tiempo que le felicitamos por su aniversario. Sólo algunas publicaciones españolas, como éstas, han sido capaces de pervivir, lo que constituye una parte intrínseca de la “EXCELENCIA” que tanto se demanda en nuestros tiempos y que ambas publicaciones detentan con autoridad.

\* Director de la “Revista de Obras Públicas”, Madrid (España)

Persona de contacto/Corresponding author: 17jbb@ciccp.es (Juan Antonio Becerril Bustamante)

Pretender resumir en un solo artículo el conjunto de innovaciones en la construcción que la Revista recogió a lo largo de los números publicados (a diciembre pasado eran 3.483, con más de 21.000 artículos) desborda los límites de este trabajo. Así, recogeremos principalmente aquéllos que la Revista titulaba “Proyectos y Obras Construídas y en Construcción”, lamentando que, fuera de nuestro objetivo hayan de quedar gran parte de los que corresponden a la denominada “Parte Doctrinal”, más teóricos y que justificarían por sí mismos otro trabajo de amplias dimensiones.

Por otro lado, en cuanto al período estudiado, se extenderá a los siglos XIX y XX, plazo que permite establecer una mínima distancia cronológica.

### 1.2. Fundación de la “Revista de Obras Públicas”

Fue un grupo de jóvenes ingenieros de Caminos, desarrollando una idea sugerida por su compañero José Jiménez Tornadijo, quien fundó una revista cuyo primer número, apenas un boletín, apareció el día 1 de mayo de 1853. Al frente de ella se establecía un Comité de Redacción que, al parecer, lo formaban Lucio del Valle (de la promoción de 1839), Eduardo Saavedra (de la de 1851), Víctor Martí (de 1841), Pedro Celestino Espinosa (de 1841), Gabriel Rodríguez (de 1851) y Joaquín Núñez de Prado (de 1840). Su edad media era apenas de treinta años, y su experiencia como ingenieros oscilaría alrededor de los ocho años.

Eran años turbulentos. Reinaba en España Isabel II y se estaba llegando al final de la “década moderada”, pues sólo un año después, el 30 de junio de 1854, se produce la llamada Vicalvarada con el ascenso al poder de los progresistas y el nombramiento final de Espartero como Jefe de Gobierno. Desde la Revista, ya se recogen estos hechos, con algún breve Editorial y un importante artículo de un entusiasta Arturo Casto de Marcoartú.

Ciento cincuenta y cinco años más tarde recordamos aquellos nombres, y lo hacemos pensando en ilustres y provecetos sabios, cuya merecida fama nos llega envuelta en los halos de una larga trayectoria profesional, llena de éxitos materializados en multitud de obras civiles, en la investigación e, incluso, en la política. Pero, cuando fundaron la Revista, eran jóvenes, y, con la inquietud propia de la edad, y una clara visión de futuro, hicieron llegar su pensamiento y sus preocupaciones a la sociedad, mostrando lo que ellos y otros como ellos estaban logrando con su esfuerzo y su dedicación profesional.

## 2. EL SIGLO XIX

### 2.1. El ferrocarril

En 1853, se acaba de iniciar en España la implantación del ferrocarril. En 24 de octubre de 1848 se abrió la línea Barcelona-Mataró, de 28,3 km de longitud, a la que siguió, en 1851, la de Madrid a Aranjuez de 48,3 km y, si se suman los 143,4 km abiertos en otras líneas a lo largo de los dos años siguientes, resulta que, cuando aparece la Revista, la red tiene ya 334,7 km. Al final de siglo, en 1896, había en servicio 12.872,2 km.

En el número 3 de la Revista, en 1 de junio de 1853, Ángel Retortillo publica un largo y entusiasta artículo, titulado “Caminos de hierro”, apología del nuevo sistema de transporte, donde defiende la tesis de que éste contribuye a la integración del territorio e incluye un párrafo inolvidable con la opinión que se extiende por Alemania:

“el camino de hierro es un nuevo redentor bajado a la tierra para libertar a los pueblos de la guerra, la ignorancia y el despotismo, que son sus cánceres devoradores”.

Desgraciadamente, dicha profecía no iba a tener en aquél país su más exacta aplicación.

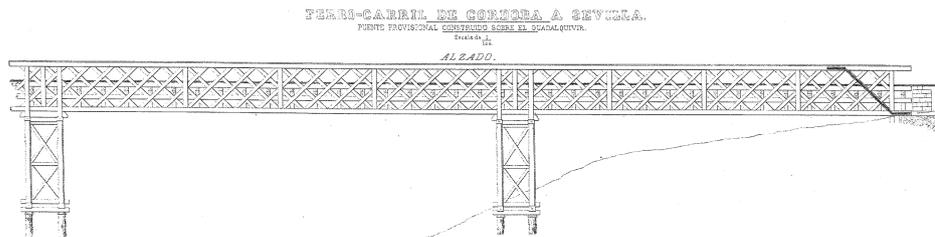
A partir de 1854 se plantea entre Eusebio Page y Eduardo Saavedra un gran debate sobre el ancho de vía, que rebaten el artículo publicado en el *Diario de Bayona* sobre el ancho adoptado por los ferrocarriles españoles de *6 varas castellanas* (1,67 m). Se trata de un estudio detallado de las vicisitudes por las que atravesó esta difícil decisión, comparando los anchos fijados por diversos países europeos.

El problema resurge en 1875, cuando Evaristo de Churruca, de quien hablaremos más tarde sobre su obra más significativa, el Puerto de Bilbao, dedica un largo artículo titulado “*La vía estrecha en América*”.

Vuelve entonces la polémica, ahora entre Pablo Alzola y Adolfo Ibarreta, en los años 1884 a 1887 (con un apéndice de Alzola en 1888). Ibarreta, Director del Ferrocarril de Durango, preconizaba la “vía estrecha” (de 1,00 m), que ya había defendido con ocasión del ferrocarril cantábrico y que pretendía extender al resto de la red. Alzola, prolífico escritor de asuntos profesionales, económicos y sociales, era absolutamente contrario a ello y consideraba necesario ir a la vía ancha (de 1,67 m). Los artículos de ambos son un ejemplo de rigor, de capacidad y de información (Alzola estudia incluso los



- 2.- Ferrocarril de Córdoba a Sevilla.  
Puente sobre el Guadalquivir.
- 3.- Longitud total abierta al público.



2

AÑOS	Longitud total abierta al público.	
	Por años.	Hasta fin de cada año.
	Kilómetros.	Kilómetros.
1848	28,257	28,257
1849	»	28,257
1850	»	28,257
1851	48,340	76,597
1852	25,452	102,049
1853	118,009	220,058
1854	114,653	334,711
1855	142,504	477,215
1856	50,477	527,692
1857	145,786	673,478
1858	182,441	855,919
1859	297,827	1.153,746
1860	764,716	1.918,462
1861	456,236	2.374,698
1862	359,321	2.734,019
1863	831,386	3.565,405
1864	593,005	4.068,410
1865	764,387	4.832,797
1866	319,922	5.152,719
1867	42,291	5.195,010
1868	186,504	5.381,514
1869	65,488	5.447,002
1870	27,802	5.474,804
1871	17,821	5.492,625
1872	27,652	5.520,277
1873	117,788	5.638,065
1874	231,426	5.869,491
1875	250,995	6.120,486
1876	181,040	6.301,526
1877	186,122	6.487,648
1878	195,433	6.683,081
1879	424,830	7.107,911
1880	372,518	7.480,429
1881	256,795	7.737,224
1882	109,081	7.846,305
1883	402,105	8.248,410
1884	435,530	8.683,940
1885	248,907	8.932,847
1886	288,891	9.221,738
1887	200,348	9.422,076
1888	161,398	9.583,474
1889	190,734	9.774,208
1890	237,598	10.011,806
1891	334,736	10.346,542
1892	527,895	10.874,437
1893	440,135	11.314,572
1894	442,553	11.757,125
1895	606,902	12.364,027
1896	508,127	12.872,154

de atención, mientras que en junio de 1899 se recoge la longitud total abierta al público desde 1848 hasta 1896.

## 2.2. Las carreteras

La evolución de la red de carreteras del país queda reflejada en el informe que Agustín de Betancourt (fundador de la Escuela de Caminos e Inspector General de Caminos) dirigió en 1802 al Secretario de Estado, D. Pedro Cevallos Guerra titulado "Noticia del estado actual de los Caminos y Canales de España, causas de sus atrasos y defectos, y medios de remediarlos en adelante" que recordaría la ROP en 1869. En ese largo informe, muy pesimista, incluye, a título de resumen, el cuadro que reproducimos.

Según la Revista, la longitud de carreteras construídas alcanzaba en 1799 los 1.670 km; en 1856, la cifra sería de 8.324 km y a finales de siglo, en 1898, la red del Estado llegaba a los 33.281 km, la de provinciales, 6.831 km y la de caminos vecinales 19.348 km.

Es curioso el artículo innovador, de mayo de 1853, titulado "Del arbolado en las carreteras", en el que señala que:

"Los vegetales leñosos que se elevan más o menos verticalmente sobre los otros, cuya estructura les permite resistir los cambios de las estaciones y a los que llamamos árboles, desempeñan en la armonía general de la naturaleza un papel importantísimo".

El autor, Ramón Llorente Lázaro, que no era Ingeniero de Caminos, dijo:

"unido por grados de amistad con gran número de ellos" resalta el papel que realizan esos árboles "al absorber el ácido carbónico producido por la respiración de los animales".

Más tarde, se informaría de que los árboles plantados en las carreteras ascendían a 1.047.671 unidades en 6.800 kilómetros, corriendo su mantenimiento a cargo de los 286 viveros de que disponía el Estado, según la Real Orden de 1 de septiembre de 1896.

Pero lo más destacable del particular es que en 1871 la Revista recoge, de manera destacada, el proyecto que un ingeniero español, Leopoldo Brockmann, a instancias de D. José de Salamanca, para quien colaboraba, realizó sobre ese "Paso del Canal" mediante vía férrea.

Hacia 1880, la red de ferrocarriles españoles alcanzaba los 7.500 km y ya eran frecuentes en la Revista los artículos en que se daba cuenta de las experiencias obtenidas en la explotación y conservación de los mismos. "Experiencias en el ferrocarril suizo de Wae-deuswel a Eiseindein", "Materiales usados en la Compañía de los Ferrocarriles del Norte", de A. Clavijo, "Explotación de los caminos de hierro" de J. Jacquain, o "Empleo de la luz eléctrica en las locomotoras" señalaban el camino de la conservación y mejora de las instalaciones.

La construcción de estaciones de la red, como las de Madrid y Valencia, son también objeto

Otra preocupación de aquel momento fue la utilización de presidiarios como trabajadores en la ejecución de las obras públicas, asunto al que dedicarán artículos Lucio del Valle (en cabecera del primer número, en mayo del 53) y Ramón del Pino. Desde el punto de vista descriptivo, merecen destacarse los destinados a la construcción de la carretera de Madrid a Valencia por Las Cabrillas, trazado que ha sido objeto de atención incluso en nuestros días hasta llegar a la actual A-3.

En 1856, se presentan ante las Cortes dos proyectos de Ley sobre reparación de carreteras, firmado el primero por el ilustre Diputado e Ingeniero, Práxedes Mateo Sagasta, mientras que el segundo es del propio Gobierno. El artículo que publica la Revista y que estudia ambas propuestas debe estar redactado por alguien próximo a la redacción, incluyendo una detallada comparación entre las dos propuestas e inclinándose con toda claridad hacia la de Sagasta. El autor aprovecha la ocasión para rechazar la acusación que pesaba sobre los Ingenieros de Caminos de una cierta inacción, y recoge, en defensa de sus compañeros, la misma frase con que acaba el Proyecto de Ley de Sagasta: esa inacción:

"no prueba su falta de celo; lo que desgraciadamente prueba es la falta casi absoluta de recursos, de plan y de sistema".

En 1858, Luis Corsini señala la utilidad de una carretera desde Jaca al puerto de Canfranc para facilitar las comunicaciones con Francia, pues desde Tolosa hasta el Cabo de Creus, en Cataluña:

"sólo se encuentran tres puertos transitables en todo tiempo, con muy poco trabajo: uno en los Bajos Pirineos que es el de Belate, otro en los Pirineos Altos, que es el de Canfranc, y otro en los Pirineos orientales que es el de La Junquera".

En 1 de diciembre de 1861 Eugenio Barrón firma una aportación de primera magnitud: "Del asfalto y sus aplicaciones" donde, después de dedicar varios párrafos a la historia del betún, sugiere que:

"como cosa notable, diremos que la observación vuelve a tener también una grande influencia para descubrir, como de útil aplicación a las vías de comunicación, el sistema del asfalto comprimido".

En septiembre de 1862, se promulga el "Plan de Carreteras", primero en España sobre este tema, al que la Revista daría ya gran importancia. El Plan comprende actuaciones sobre 77 carreteras de primer orden, 179 de

CARRETERAS.	CAMINOS Y OBRAS HECHAS HASTA FIN DE DICIEMBRE DE 1801.				IDEM QUE SE HAN HECHO EN TODO EL AÑO DE 1802.				FALTAN QUE HACER EN ADELANTE.			
	Leguas.	Varas.	Puentes.	Alcantarillas.	Leguas.	Varas.	Puentes.	Alcantarillas.	Leguas.	Varas.	Puentes.	Alcantarillas.
Carretera de Vizcaya por Burgos desde la puerta de Santa Bárbara hasta el puente de Vidason. más allí de Iruñ; comprende 82 leguas. 1723 varas de las de 20.000 pies.	2				1				1			
Carretera de Castilla y Galicia desde el puente de Seseña, en que se aparta de la de Extremadura, hasta la ciudad de la Coma; comprende 110 leguas 905 varas.	57	3693	127	1077	"	8677	"	15	25	1020	9	53
Carretera de Aragón y Cataluña por Zaragoza, desde la puerta de Alcalá hasta su union con la de Valencia, junto al puente de Molins del Rey; comprende 106 leguas 6593 varas.	78	4707	79	1226	"	1815	1	4	31	960	2	120
Carretera de Cataluña y Francia por Valencia, desde la puerta de Toledo hasta el puente de España, raya de Francia; comprende 163 leguas 1429 varas.	9	2127	51	169	12	1400	30	150	85	3066	4	160
Carretera de Andalucía desde la villa de Ocaña, donde se aparta de la de Valencia, hasta la ciudad de Cádiz, comprende 107 leguas 1048 varas.	95	4000	211	1163	35	2844	13	111	88	1252	"	"
Carretera de Extremadura desde la puerta de Segovia hasta la ciudad de Badajoz; comprende 69 leguas 2361 varas.	78	2970	81	346	1	3509	1	4	27	1336	"	"
	19	1866	46	119	"	"	"	"	50	2596	2	15
TOTALES.	338	3520	605	4100	49	6578	45	284	257	3562	17	348

NOTAS. Que aunque en las carreteras por Aragón y por Valencia se figuran en la casilla del camino que resta por hacer en adelante 88 leguas 3066 varas en la primera, y 88 leguas 1252 varas en la segunda, es de advertir que todas estas distancias están recién habilitadas provisionalmente y transitables con motivo del viaje que SS. MM. hicieron por ellas.  
Que del camino que falta que hacer en las carreteras de Vizcaya, Andalucía y Extremadura, como demuestra la propia casilla, se han de rebajar 1 legua 878 varas en la primera, 2 leguas 2505 varas en la segunda y 37 leguas 413 varas en la tercera, en cuyas distancias se halla ya abierto el camino que se dice faltar que hacer en adelante.

4

segundo y 299 de tercero, con una longitud total de 34.353 km y un presupuesto estimado de 1.962.660.000 reales.

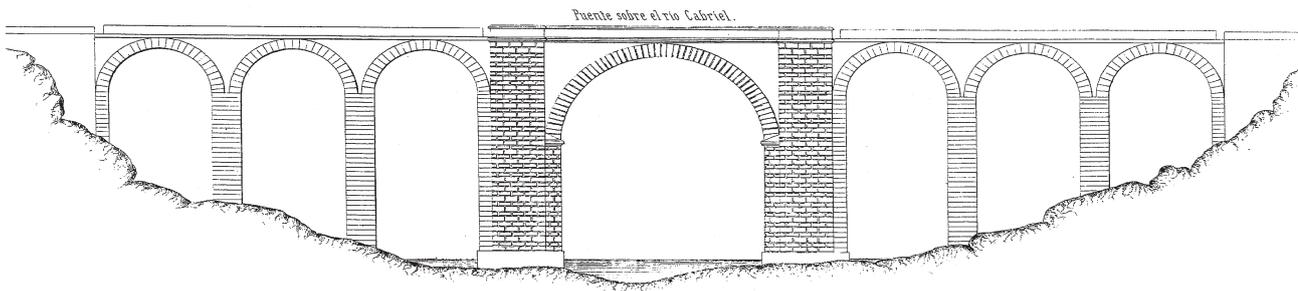
4.- Informe de carreteras en 1802, según Agustín de Betancourt.

A partir de estos años se insiste en la mejora de la calidad de proyectos y obras, y así, entre los numerosos artículos publicados, podemos destacar tres del año 1875, sobre "Observaciones relativas a los firmes de piedra machacada y a las mamposterías", firmado por P.C.E. (seguramente, Pedro Celestino Espinosa) o "Nuevo método de cálculo de desmontes y terraplenes", de J. López del Rivero o "Formularios para el estudio de los proyectos de carreteras", publicado por un anónimo M.

Otra polémica surge en 1885 como consecuencia de una crítica hacia los ingenieros de Caminos realizada en la Gaceta de Fomento, en un artículo titulado "La agricultura y los medios de comunicación" de D. Eleuterio Maisonave, ingeniero agrónomo que tildaba a aquéllos de cometer abusos e inmoralidades, culpándoles de los atrasos en materia de carreteras y comparando nuestra red con la de Francia. Y denunciaba, las fortísima bajas que los constructores realizaban en las subastas de las obras, a veces hasta del 40 %. La Revista replicaba negando como habitual esta cifra, y citando que:

"en el período de 1873 a 1885 se adjudicaron 509 contratos siendo de 216.885.098,32 pesetas el importe total de presupuestos, y

CARRETERA DE MADRID A VALENCIA POR LAS CABRILLAS.



5



6

5.- Carretera de Madrid a Valencia por Las Cabrillas.

6.- Estado actual de la A-3.

de 165.584.249,50 pesetas el total de las cantidades en que subastaron, de cuyas cifras se desprende que la baja media obtenida ha sido de un 23,70 por 100".

No hay duda de que "hoy, como ayer".

En 1896, Enrique González Granda, escribió "Las carreteras del siglo XX", resumen de la situación del transporte por carretera al final de siglo. Describe primero el concurso de coches sin caballos que, organizado por el *Petit Journal*, se desarrolló entre París y Marsella,

ida y vuelta, con participación de 32 coches que recorrieron los 1.711 kilómetros en 9 jornadas, obteniendo el vencedor una media de 25,5 km/h. Tras esta disquisición, aborda los problemas que aparecerán en los años siguientes al circular automóviles de petróleo con llantas neumáticas, lo que obligará a disminuir las pendientes, pareciéndose más la traza a la del ferrocarril.

"Seguirán los firmes de piedra partida, será necesario mantener los paseos laterales para uso de los peatones y de los ciclistas y,

finalmente, será necesaria otra zona donde depositar los acopios que se requerirán para una correcta conservación del firme".

Con estas bases, propone clasificar las carreteras a construir en los años siguientes de primero, segundo y tercer orden, con anchuras totales, respectivamente, de 9'00, 7'50 y 6'00 m. Todo ello es buena muestra del mundo de la carretera, cuando se pusieron, con la mayor modestia y pocos medios, las bases para construir la red del siglo XX.

### 2.3. Las obras hidráulicas

En junio de 1899 la Revista de Obras Públicas editaba un número extraordinario, que resultaba ser la crónica de un siglo de actividad de la profesión y básico para conocer la historia de la ingeniería española. En su capítulo "Ríos y Canales", describe las dieciséis presas más importantes de las veintiuna que, según la Revista, existían entonces. Entre ellas, las de Tibi, Elche y Níjar, son objeto de especial atención, así como la historia de Puentes, su rotura el 30 de abril de 1802, y su posterior reconstrucción.

Ante la falta de actividad en la construcción de presas, la Revista atendía a las nuevas técnicas en artículos como: "El perfil de las presas de fábrica", de José Nicoláu en 1899, "Pantallas de hormigón armado para las grandes presas de fábrica", "Empleo de materiales metálicos en la construcción de presas", "Influencia del hielo en la estabilidad de las presas de pantanos" "El pantano de Croton y los coeficientes de resistencia admisibles en las presas" y los estudios sobre las roturas de las presas de Bouzey y de Melzingah.

Entre los artículos dedicados a abastecimiento de ciudades destacan los referidos al Canal de Isabel II, en Madrid, inaugurado el 24 de mayo de 1858, en un ambiente de entusiasmo que recoge un número dedicado a su inauguración celebrada ante el surtidor instalado al efecto en la calle Ancha de San Bernardo (*¡parecía un río puesto en pie!* dice uno de los periódicos que daba cuenta del acto) en el que figuran los discursos pronunciados y la carta autógrafa que la Reina Isabel II envió a Lucio del Valle junto con la Cruz de Carlos III:

"Valle, si Carlos III viviera, colocaría en tu pecho la orden que instituyó para premiar la virtud y el mérito. A su nieta cabe la satisfacción de imponértela, y la de apreciar tu talento, a tu reina, ISABEL".

El primer artículo sobre el tema se publicó en la Revista, en 1853, relatándose la historia del abastecimiento a Madrid desde que en

el siglo XIV se pensase en traer agua del río Jarama. Y muchos otros describen las obras llevadas a cabo (Presa del Pontón de la Oliva, Presa del Villar, construcción del tercer depósito, etcétera) hasta totalizar 44 dedicados al Canal hasta 1900.

La manifiesta necesidad de regar los campos de un país cuya base económica era una agricultura deficitaria, con tierras improductivas y clima árido del que apenas se libraban las estrechas vegas de algunos ríos, es una preocupación que aparece desde los primeros números de la Revista. La colaboración en 1853 de Angel Camón "Sobre la necesidad de poner límite a la libertad que tienen actualmente los propietarios riberiegos de hacer obras en las márgenes de los ríos", denuncia las obras ilegales llevadas a cabo para aprovechar las aguas en beneficio propio en detrimento de los regantes de aguas abajo.

Mauricio Garrán escribe "Dos palabras sobre los riegos" clamando por una utilización correcta de la pequeñas obras –derivaciones, acequias– que se hacen para riegos y señala:

"la necesidad de conocer los datos que indicaran cuanta es la cantidad de agua que se necesita para regar la unidad superficial agraria".

En ese ambiente de preocupación, surge la figura de Joaquín Costa Martínez aragonés de Monzón, nacido en 1846, líder de los movimientos que enfatizan la "Misión social de los riegos en España", editado como libro en 1911 y cuyo primer capítulo es una pieza inolvidable.

La Revista no puede estar al margen de estos movimientos, y, así, profundiza en el asunto describiendo diferentes zonas de riego (río Vainera, Villa de Cintruénigo, riegos de Aranjuez) así como otros artículos, más técnicos, sobre concesiones y condiciones económicas. En 1894 recoge el "Discurso de Amós Salvador en el acto de su recepción en la Academia de Ciencias Exactas", al que contestó en nombre de la Academia José de Echegaray, y que es un tratado completo de hidráulica para regadíos, mezcla de legislación, de técnica y de práctica profesional y del que precede destacar el siguiente párrafo:

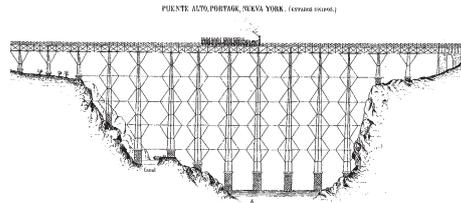
"El desarrollo irreflexivo de los riegos sería perjudicial, porque no se desenvuelven del mismo modo las circunstancias que han de reunir los terrenos, ni la población, ni las costumbres, y la intervención del Estado no debe exagerarse, sino dejar que la iniciativa individual se desenvuelva con la mayor libertad posible"



7.-Fuente de San Bernardo.

8.- Puente Alto.

9.1.- Puente sobre el Pisuerga.



8

En el número 1.229 (1899) destaca “Pantanos y Canales de Riego”, inicio de una política nacida el día en que:

“El Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, representado por su Comisión Central y presidido por el Excmo. Sr. Director General de Obras Públicas ofrecía al Excmo. Sr. Ministro de Fomento un trabajo realizado por iniciativa particular, modesto en su forma, de indiscutible valor en su fondo: un avance del plan general de pantanos y riegos”.

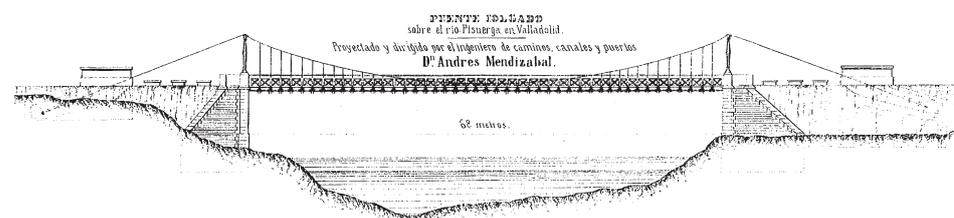
El Ministro era el Marqués de Pidal, el Director General, el Sr. Catalina, y el Plan tenía el apoyo entusiasta del diario *El Imparcial* cuyo Director, al que la Revista no regateaba alabanzas, se llamaba Don Rafael Gasset, quien más tarde, como Ministro, conseguiría la aprobación del Plan.

Ese día la Revista anunciaba lo que iba a ser la política hidráulica española a lo largo de todo el siglo XX.

Por entonces había en España un millón de hectáreas de regadío y se pensaba que con los pantanos y canales previstos en el nuevo Plan se lograrían millón y medio más con un coste de 400 millones de pesetas, desembolsadas por el Estado, y se construirían 170 pantanos y 65 canales. Pero donde el Plan tenía su talón de Aquiles era en el plazo, que los entusiastas del mismo pretendían fijar en sólo diez años!

Finalmente, como suplemento extraordinario al número 1.286, en 1900, se publicaba íntegro el Real Decreto de 11 de mayo de dicho año sobre Pantanos y Canales de Riego, firmado por S.M. la Reina Cristina, a propuesta del Ministro de Agricultura, Industria, Comercio y Obras Públicas, y de acuerdo con el Consejo de Ministros.

Había nacido el Plan Gasset.



9.1.

2.4. Los puentes

En esos cincuenta años, la ROP recoge 654 artículos sobre todo tipo de puentes, prestando especial atención a las diferentes teorías y métodos de cálculo, como queda manifiesto en 1853, con la descripción del puente sobre el Pisuerga en Valladolid, de Andrés Mendizábal Urdangarín o, en 1866, el de “Puentes colgados. Teoría de los tirantes superiores al tablero”, de Eduardo Echegaray.

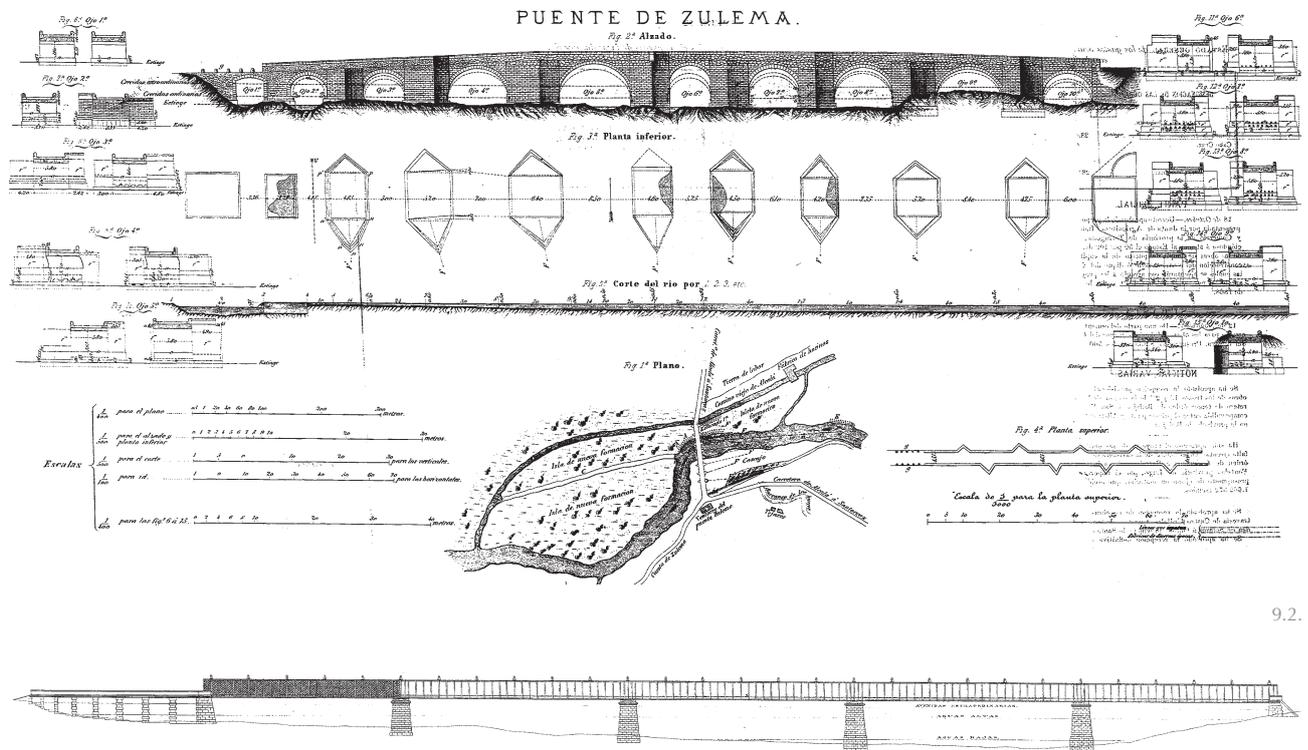
Carlos Aguado recogía en 1859 las experiencias llevadas a cabo en los puentes del ferrocarril de Barcelona a Zaragoza, y, en ese mismo año, los “Cálculos de la resistencia del puente provisional de madera sobre el río Guadalquivir en el kilómetro 48 del ferrocarril de Córdoba a Sevilla”.

Hay que detenerse en el maravilloso artículo que sobre el “Puente de Zulema, en Alcalá de Henares” escribió en 1869 A. Herrera y Bonilla con motivo de la reparación que él mismo llevaba a cabo y del que extraemos los siguientes párrafos:

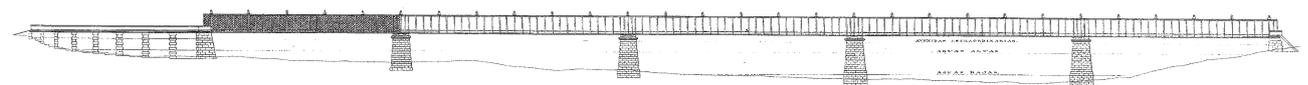
“Este puente, de 116 metros de longitud, tiene 10 arcos; el primero rebajado, y de medio punto los restantes. No hay dos de la misma luz, ni con la clave a la misma altura, ni que arranquen del mismo nivel. Los apoyos compiten en irregularidad con los arcos; sus dimensiones y formas, en planta como en alzado, son completamente diferentes dos a dos. Mientras que un estribo lleva dos muros en ala, el otro no lleva ninguno; mientras una pila no tiene tajamares, otra tiene uno, y dos las demás; mientras la sección de algún tajamar es un triángulo isósceles, la de otro es un pentágono, y la mayor parte, triángulos escalenos; el número de retallos varía entre tres y uno para los tajamares, y entre tres y cero para las pilas, presentando muchas de ellas mayor número en una cara que en otra”.

Y sigue más adelante:

“Es, pues, el puente de Zulema una verdadera notabilidad, una verdadera rareza, porque notabilidad y rareza son, y no pequeñas, el reunirse en una sola construcción, tantos errores científicos, tantos desórdenes arquitectónicos”.



9.2.



9.3.

En definitiva, se trata de una recopilación de lo que no debe ser ningún puente. Es un inigualable "aviso a navegantes".

Curioso es el de Antonio de la Cámara en 1886 sobre la utilización de la regla de cálculo (cuyas dimensiones eran de 11'5 x 5'5 cm) para el cálculo de vigas de puente, ya fuesen de alma maciza o de celosía, Warren, dobles mallas, etc. Y dos artículos importantes se incluyen en 1877: "Estudio de las hipótesis que sirven de base al cálculo de los elementos de los puentes colgantes rígidos y de piezas automovibles" de Luis Gaztelu y A. Fernández de Navarrete y otro sobre "Puentes metálicos" de Joaquín Pano.

En 1891 R. Llatas traduce los "Desastres de los puentes americanos", Memoria presentada por el ingeniero americano Mr. Jorge Thomson en la reunión de la Asociación Británica celebrada en Bath en el año de 1888, donde se estudian las catástrofes habidas en los puentes de ferrocarril de aquel país y que, en el período 1878 a 1887, alcanzan la espectacular cifra de 251.

Pedro Celestino Espinosa escribe en 1878 "Reseña de varios puentes construidos en España desde la antigüedad hasta principios del siglo XIX", reseña de 80 puentes que pertenecen a las siguientes épocas:

- Época cartaginesa y romana: 24
- Siglos X y XI: 1
- Siglo XII: 7
- Siglo XIII: 2
- Siglo XIV: 3
- Siglo XV: 8
- Siglo XVI: 19
- Siglo XVII: 2
- Siglo XVIII: 14

Y en 1900, una tabla, tomada de "Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur und Architekten Vereines", reproduce la lista de los 23 puentes metálicos que, superaban entonces los 100 m de luz: nueve alemanes, seis americanos, dos portugueses y suizos, y uno en Francia, Italia, Canadá, y Colombia.

## 2.5. Los túneles

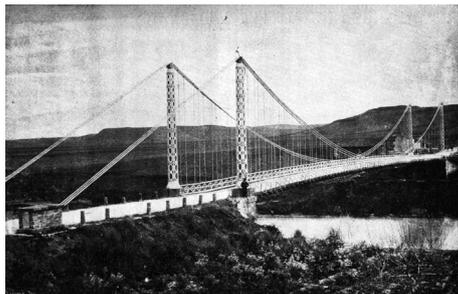
En esos cuarenta y siete años, la ROP recoge 93 artículos sobre el particular, que se inician en 1854 con el que describe un proyecto para construir "Túneles submarinos de hierro".

Además de los ya referidos al paso bajo el Canal de la Mancha, son innovadores "Proyecto del túnel submarino entre Italia y Sicilia" (en 1883), o "Túnel submarino entre Irlanda y Escocia" (en 1886) o "El mayor túnel del mundo" que entonces se pretendía construir en Colorado (California).

9.2.- Puente de Zulema.

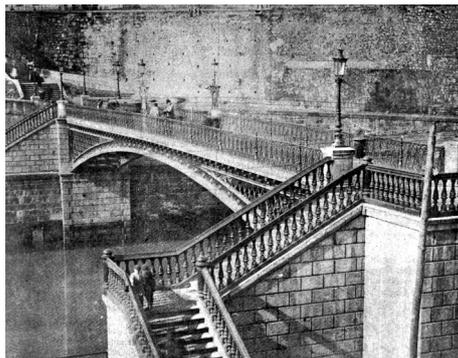
9.3.- Puente sobre el río Odiel.

9.4.- Puente de Menjíbar.



9.4.

9.5.- Puente de San Francisco.



9.5.

9.6.- Puente de Santa Isabel.



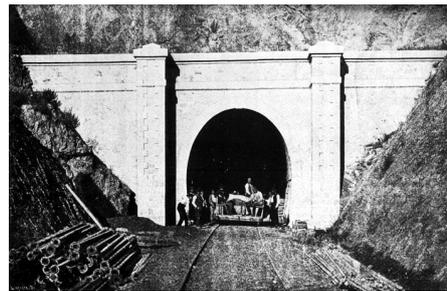
9.6.

9.7.- Puente de Aranjuez.



9.7.

10.- Túnel de Argentera.



10

de Argentera. *Tratado de construcción de túneles*", publicase en 1892 18 artículos recogiendo la experiencia adquirida en aquel túnel.

Otras obras recogidas en aquellos años fueron las del "Canal de Urgel" (1858), el "Túnel bajo el Missisipi" (1858), el "Ferrocarril del Norte" (1864), "Los tres túneles de los Alpes" (1885) y el de "Ferrocarriles de Salamanca a la frontera portuguesa", en 1888

## 2.6. Los puertos y los faros

Según la Revista, a finales del siglo XIX, existían tres puertos de primera categoría (Barcelona, Bilbao y Valencia), once intermedios (del nivel de Málaga o Almería) y noventa y cuatro secundarios; estaban encendidos 163 faros y 28 se hallaban en diversas fases de proyecto y construcción.

La ROP dedica 156 artículos al Puerto de Barcelona, durante el siglo XIX, encabezados por el de Victor Martín Font, sobre las condiciones de ese Puerto y las dificultades que encuentra su necesario desarrollo.

"desgraciadamente....hay quien deseando alcanzar lo que reputa equivocadamente mejor, opone obstáculos a lo bueno y posible", para seguir, más adelante, "de lo contrario, el primer puerto de España sólo se verá frecuentado por barcos de cabotaje y lanchas de pescar".

Mauricio Garrán publicó en 1877 su discurso leído en el Ateneo barcelonés. Según él, Barcelona era una playa abierta hasta que en 1439 se inician las obras del Puerto, arruinadas por causa de un inmediato temporal y reiniciadas, ya de manera definitiva, en 1477 bajo el ingeniero Stasio, procedente de Alejandría.

La lucha contra la acumulación de arenas marcó su desarrollo hasta la ejecución, en 1849 del muelle de la Puerta de la Paz. Y desde entonces hasta 1876 se construyeron 1.400 m de dique y 1.500 m de muelle de descarga, entrando ese año 5.964 buques con un total de 870.310 t de mercancías.

El túnel de la Argentera, en el ferrocarril de Zaragoza a Barcelona por Reus mereció inicialmente la atención airada de la ROP al no ser invitado ningún representante suyo a la inauguración en 25 de marzo de 1890, lamentando el trato que se daba a la prensa técnica en favor de los periodistas "no facultativos".

Esta protesta dio origen a que Eduardo Maristany, autor de un libro titulado "El Túnel

Julio Valdés, en 1888, señala sus ambiciones en *"Puerto de Barcelona.- Reseña de sus condiciones actuales y de sus más convenientes reformas"* cuya conclusión es rotunda:

"...cuando dispongamos de más de ocho kilómetros útiles de muelle, con un calado de ocho a nueve metros y de facilidades de todo género para asegurar un tráfico de cuatro a cinco millones de toneladas, podremos decir con orgullo que nuestro puerto figurará dignamente al lado de Marsella y Génova, sus poderosos rivales en el Mediterráneo"

El Puerto de Bilbao es referencia en 1854, cuando Félix de Uhagón y Manuel Estibaús Goizueta publican *"Telegrafía eléctrica: descripción del telégrafo establecido en el Puerto de Bilbao"*, al que sigue en 1858 el de Luis de Torres Vildósola (padre de Leonardo Torres Quevedo) *"Nota sobre la mejora del Puerto de Bilbao"*.

Pero el estudioso y cronista por antonomasia del Puerto y la Ría de Bilbao es Evaristo de Churruca Brunet, uno de los grandes colaboradores de la Revista.

Su primer artículo sobre el Puerto y la Ría de Bilbao es de 1880 y se titula *"Proyecto de mejora de la barra y del encauzamiento de la mitad inferior de la ría de Bilbao"*. Le siguen otros sobre las obras de reforma de la vuelta de Elorrieta y la serie *"Memoria que manifiesta el estado y progreso de las obras de mejora de la ría de Bilbao"* que se extiende a los años económicos 1881/82, hasta 1890/91. Don Evaristo describe con increíble detalle cada una de las obras que se llevaron a cabo, así como los medios, las personas, los materiales, las máquinas.

En *"Proyecto de puerto exterior en el abra de Bilbao"*, en 1888, Churruca se refiere a los anteproyectos realizados a partir de 1848, y propone la construcción de un rompeolas que arranque de la costa occidental, de 1.450 m de longitud y de un contramuelle de 1.072 m que, con un presupuesto de 30'6 millones de pesetas, arrancarían de la punta llamada La Begoña, planteando así el Gran Puerto de Bilbao del siglo XX.

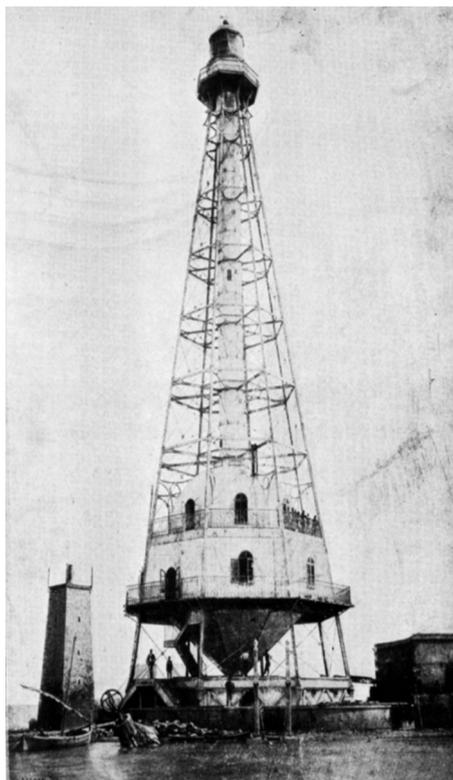
El Puerto de Valencia, entonces tercero en importancia, fue asimismo tratado en la Revista desde que en 1854 José Gómez Ortega redactó la *"Descripción del material destinado a la limpia del Puerto del Grao"*.

El número de artículos sobre este Puerto, en el siglo XIX asciende a 41, siendo uno de los de mayor interés el que bajo la firma M.N. se destina a desmontar las tesis defendidas por un piloto llamado Llovera quien se pregun-



11

11.-Puerto de Barcelona.



12

12.-Faro de Buda.

ta sobre el acierto de haber establecido el muelle de Levante. La polémica, surgió a causa del naufragio de la fragata Live Oak y que el Diario *Las Provincias* achacaba a que:

"el trazado del puerto, por haberse prescindido de las reglas de la náutica, ofrece un constante peligro a los barcos que a él arriban".

Los faros son, asimismo, objeto de atención (al final del siglo, había 163 en funcionamiento y 28 en construcción). No parece posible encontrar en España una publicación que recoja con más detenimiento la evolución de estas estructuras y su funcionamiento.

Uno de los faros más conocidos y más espectaculares de aquellos tiempos es el Faro de Buda, obra de Lucio del Valle en la desembocadura del Ebro, descrito en 1861 bajo el título *"Proyectos de torres de hierro para los faros del Ebro"*.

Otros de interés serán *"Alumbrado marítimo: Faros del distrito de obras públicas de Vitoria. Descripción del edificio y aparato del faro de Machichaco"*, de Manuel Estibaús, en 1853, o los *"Faros de la costa de Galicia"*, de Celedonio de Uribe, en 1854, o *"El faro de la Isla de Conejera, situado en el Cabo Blanco de la misma, provincia de Baleares"*, en 1857, o *"Luz del Puerto de Cudillero"*, de Agustín Monterde, y el de Málaga, y el de Aguilas, y un largo etcétera que hace que sean nada menos que 166 los artículos publicados hasta 1900.

### 3. DE 1901 A 1950

#### 3.1. El ferrocarril

El mundo de las infraestructuras sufriría durante este período, y pese a la interrupción de la Guerra Civil, un decisivo impulso que produciría una situación nueva, demandada clamorosamente por una sociedad que quería salir de su aislamiento, y, por encima de muchas otras demandas, mejorar, siquiera modestamente, su calidad de vida.

Los primeros años del nuevo siglo fueron difíciles para la Revista que, editada por la Asociación de Ingenieros de Caminos a través de una situación económica muy precaria hasta que, en 1923, la Escuela de Ingenieros de Caminos, C. y P. gracias a su Claustro y Dirección, a sus profesores y a otros grupos de distinguidos profesionales, se hizo cargo de su edición.

El ferrocarril cambió sus perspectivas en aquel período, pues finalizada ya gran parte de su red, y con los problemas de una explotación gravemente deficitaria, los artículos que se recogían en la Revista se referían más a los nuevos sistemas de tracción, y a estudiar los ferrocarriles extranjeros.

*"Los ferrocarriles de Europa a fines del siglo XIX"* (1901), es el primero de ellos, e incluye estadísticas sobre su desarrollo en los diversos países, en cabeza de los cuales está el Imperio Germánico (50.511 km), seguido de Rusia, (45.998 km), Francia (42.211 km), Austria-Hungría, (37.975 km), Inglaterra (34.868 km), Italia (15.723 km) y España, 13.281 km.

También se habla aquel mismo año de la experiencia alemana, entre Marienfelde y Zossen, por un *"Ferrocarril eléctrico para velocidades de 200 km/h"*, con pendientes limitadas al 3%, radios de curvas superiores a 1.000 m., corriente trifásica a 10.000 voltios y 50 pasajeros por tren. Lo que no comenta la Revista, quien toma esta información de *"La Revue Technique"*, es el resultado de la prueba.

Sobre la tracción eléctrica, se había publicado, en 1894, un artículo de José Díaz Guerra, al que seguirían otros 122 en el período 1901/1950, destacando los de José Playa en 1906 con *"Sustitución de la tracción de vapor por la eléctrica en el ferrocarril de Sarriá a Barcelona"*, y Manuel Bellido en 1918 con un *"Ferrocarril directo de Madrid a Valencia"*

Esta línea, tema inacabable, pendiente hoy día de la implantación del AVE, se construyó inicialmente pasando por Aranjuez, Alcázar, Albacete, Chinchilla y La Encina con 489 km.

Siendo Valencia el puerto más próximo a Madrid, se proponían alternativas diferentes, todas por Cuenca, que llegaban a reducirla incluso a 381 km.

La Revista publica entonces un estudio exhaustivo de ese trayecto a cargo de José Eugenio Ribera (nº 1988 de 1913), y, más tarde Bellido da a conocer su propuesta que comprende tres tramos: el primero, Madrid-río Tajo; el segundo llega hasta Cleva, Utiel y Casas-Ibáñez y, finalmente, el tercero finaliza en Valencia. Referente a la utilización de la tracción eléctrica, especialmente en los dos primeros tramos, dice que:

*"hace ya más de treinta años se abrió al servicio público el primer ferrocarril eléctrico; era una pequeña línea de Irlanda conocida con el nombre de Portrush-Brushmills Railways,...con motor de corriente continua con un voltaje y una potencia muy modestas"*.

Y se basa en la Memoria del Anteproyecto del ferrocarril directo a Francia, de Antonio González Echarte, para defender las grandes ventajas de la tracción eléctrica que suponen:

*"un aumento de capacidad, flexibilidad, sencillez, seguridad y exactitud de las instalaciones y organizaciones ferroviarias"*.

Para terminar esta referencia a la tracción eléctrica, merece la pena recoger el párrafo final de la parte del artículo de Bellido:

*"La tracción eléctrica, que en todas partes se está reconociendo ventajosa...en España es evidentemente donde mayores ventajas tiene por tratarse de un país accidentado... por tener abundancia de fuerza hidroeléctrica disponible y porque todavía hay que construir muchos ferrocarriles nuevos". Y en cuanto a avanzar "por grandes saltos en lugar de seguir el desarrollo continuo de las conquistas de la ciencia", concluye: "Por muy atrasados que estén los pueblos, o se*

quedan definitivamente en el extremo de la civilización o el empuje de ésta les arrolla y se producen estos repentinos progresos" .

### 3.2. Las carreteras

Durante el siglo XX, la Revista seguiría siendo referencia importante del estado de las carreteras, y, así, en los primeros cincuenta años se registran más de 250 artículos sobre ellas. En uno de los primeros se recoge la referencia al Congreso Internacional de Carreteras de París de 1909 donde se dice:

"Desde que la locomoción mecánica se ha desarrollado, las carreteras con firme de macadam parecen incapaces de resistir al esfuerzo que se las pide." "... para las vías sometidas a transportes pesados, complicados con una intensa circulación, el afirmado parece haber terminado su misión y el alquitranado no puede ser más que un paliativo efímero e insuficiente. Su transformación en carreteras adoquinadas, entarugadas o asfaltadas, se impone de día en día, con imperiosa necesidad, no solamente desde el punto de vista higiénico (barro, polvo), sino desde el económico (gastos de construcción y de conservación)"

Victor Zabala daría cuenta de dicho Congreso y, periódicamente, la Revista se ocuparía de los celebrados en Sevilla en 1923, en Milán en 1925, en Munich en 1934, seguidos fielmente por Manuel Aguilar López: el de Sevilla versaría sobre afirmados y reglamentos de tránsito; el de Milán, realmente ambicioso, trataría, de las Administraciones, la maquinaria, los materiales y los ensayos; en Munich los temas "estrella" serían los pavimentos.

Era lo que más preocupaba en la época. Pero también se debatía sobre conservación de carreteras o sobre trazados: "Algunas notas sobre las curvas" de Bienvenido Oliver en 1929, "Los peraltes en las curvas" uno de Pascual Aragonés y otro de Federico Moreno, en 1931, y "La lemniscata de Bernoulli" precioso artículo de alta matemática sobre el trazado de curvas en carreteras, también de Oliver, en 1934.

La atención a carreteras de otros países se reflejaba en "Las Autostradas italianas" de Enrique Colás y "Los firmes ingleses" de Ramón M<sup>a</sup> Serret, los dos en 1925, o los de José Luis Escario "Notas de un viaje a Norteamérica" en 1929 y "Enseñanzas de un viaje a Italia" en 1940. Y digna de consignarse es la Nota que en 1929 publica un indignado Rodríguez Spiteri saliendo al paso del artículo que Mr. Percy J. Martín publicó en la revista técnica inglesa "Roads and Road Construction" tildando de intransitables a las carreteras españolas:

"Llenas de tropiezos, de rodadas profundas, de zanjas, de trozos de roca y otros sólidos obstáculos...semejantes a las que había en aquella nación dos siglos y medio antes" aunque "hay algunas excepcionales como la de San Sebastián y Bilbao a Santander y de Játiva, Alcoy y Alicante" .

Pero el hecho más importante del período 1901/1950 es el establecimiento del Circuito de Firms Especiales, cuyo contenido, de forma bastante escueta, incluiría la ROP en 1927. Afectaba a 4.000 km de carreteras y se llevaría a cabo en cinco años con un presupuesto de 409 millones de pesetas. Los afirmados serían ordinarios con riegos asfálticos y en los primeros dos años se ejecutarían principalmente las carreteras de Madrid-Burgos-Irún; Burgos-Santander; Madrid-Avila; Madrid-Zaragoza-Barcelona- frontera francesa; Madrid-Toledo y el itinerario Madrid-Bailén-Córdoba-Sevilla-Cádiz-Málaga-Granada-Jaén-Bailén. Para finalizar, reseñemos los artículos sobre "Vías y Autovías" de Angel García Vedoya en 1930 o "Las carreteras modernas" de Vicente Mariño en 1932 cuya propuesta no puede ser más razonable: hay que hacer desaparecer el peligro de nuestras carreteras, suprimir los contrafuertes, mejorar las curvas, los sobrecanchos y los peraltes, hay que atender a la conservación. Su propuesta final, política, no tiene precio:

"¿por qué el Estado necesita Gobiernos delegados en la región?: la unidad de la administración de la Patria tiene todas las ventajas y ningún inconveniente."

¡Dios mío!

### 3.3. Las obras hidráulicas

Tras la aprobación del Plan que lleva su nombre, el propio Gasset publica cinco artículos entre 1901 y 1909, con títulos tan atractivos como "Discusión del mensaje sobre obras públicas", "Los riegos en Egipto", "Reconquista", "Riegos del Guadalquivir" y "Política hidráulica", pero el de mayor interés es la descripción del "Plan General de Canales de Riego y Pantanos propuesto por la Inspección General de Trabajos Hidráulicos" (nº 1421, año 1902).

Los artículos sobre riegos en esta primera mitad del siglo son frecuentes, y en ellos son habituales los de José Nicolau. Se pasa revista a las zonas más necesitadas como los regadíos del Guadalquivir, del Alto Aragón, del Delta del Ebro, del Canal del Duero, de Elche, de Aragón y Cataluña, de Urgel, del Canal del Castilla y otros. Como muestra del interés que había hacia experiencias ajenas, están los reportajes sobre riegos en la India, en Egipto, en Mesopotamia, en el río Negro en Argentina o en Méjico.

Con motivo del Congreso Nacional de Riegos (Sevilla, 1918), se distribuyó un documento, recogido en la Revista y titulado "*Los bosques, las lluvias y las inundaciones*" del profesor Willis L. Moore y utilizado para dictaminar el presupuesto federal de Estados Unidos en 1910. El redactor de la versión española se lamentaba de la ausencia casi absoluta de estudios semejantes, pues

"es evidente que una parte muy grande de nuestro suelo, quebrado e improductivo, espera del bosque su rescate para la economía nacional, esto es, del bosque mirado como elemento esencialmente económico".

Las presas denominadas históricas (anteriores a 1700), eran 7, siendo las primeras las romanas de Cornalvo (número 0 de la serie) y Proserpina (número 1). A 31 de diciembre de 1900 existían en España 14 y en el período 1901 a 1950 se llegó a 261, a razón, aproximadamente, de cuatro presas construídas por año. En los primeros años del siglo, los artículos se referían, sobre todo, a ciencia y técnica de las presas: eran los años en que se trabajaba en los proyectos de las que figuraban en los diferentes planes aprobados, y los especialistas, o bien daban cuenta de las construídas allende nuestras fronteras, o bien informaban sobre el resultado de sus investigaciones. Entre los 167 publicados, destacan "*Presas de fábrica aligeradas*", de Eugenio Suarez en 1901, y, sobre todo el que publica entre 1904 y 1906 José Nicolau "*Bibliografía de presas y pantanos*", que es una recopilación exhaustiva de cuantos trabajos se publicaron en el mundo desde 1821 a 1904, y fruto de una búsqueda incansable y metódica, en la que junto a autoridades de la especialidad, figuran autores menos conocidos y, sobre todo, una ingente cantidad de "Anónimos". Para tener una noción de su alcance, baste decir que el número de títulos registrados es de 1.054.

Juan Manuel de Zafra escribe "*El hormigón y los grandes embalses*" y José Luis Gómez-Navarro, en 16 ocasiones desde 1916, sobre "*Sifones-aliviaderos*", o "*Las presas de Cobble Mountain y de Saluda*" (presas de tierra en Estados Unidos) en 1930 o "*Presas de gravedad y presas de bóvedas múltiples*" (nº 2.451 en 1926), entre otros.

González Quijano estudia "*El perfil de las presas de embalse*" en 1913, Antonio López Franco desarrolla el "*Estudio del remanso producido en una corriente de agua al construir una presa*" (1918), Enrique Becerril habla ya de "*Presas rectas y presas en arco*" y del "*Método de Stucky para presas en arco*" (1927), Jaime Cruañas escribe "*Los saltos de pie de presa y las Confederaciones Hidrográficas*" en 1930 y, tras la Guerra Civil, se reinician

los artículos, más bien teóricos, sobre tipos y características, como "*El recrecimiento de presas*" de José Antonio Gállego y Carlos Safranez en 1947 y "*Las Presas de embalse*" de Peña Boeuf (1948) o "*Asientos en una presa de escollera durante su construcción*", de Manuel y José Díaz de Rábago, en 1950.

Artículo interesante, nº 2.474 de 1927, es "*La Presa de Montejaque y la construcción moderna de presas*", del ingeniero suizo H.E.Gruner, constructor además de la de Broc en Suiza y de Cala en España. Declara el autor que, con las de Almansa (1586) y de Alicante (Juan de Herrera, 1594), ambas de arco, los ingenieros españoles ya habían mostrado su inclinación hacia este tipo, por lo que Montejaque, en el río Gaduarez en la Sierra de Grazalema no sería la primera de ellas. Con gran profusión de planos y esquemas, que tanto interesaron a los especialistas, describe la construcción de la presa; pero lo que no podía contar todavía era que no se llegó a embalsar, limitando su función a la de laminar avenidas debido a la altísima permeabilidad del vaso.

Manuel Lorenzo Pardo, uno de los más destacados ingenieros hidráulicos (Madrid 1881) colaboró en la Revista desde 1919 hasta 1936, con 26 artículos, entre los que destacan la serie sobre "*El pantano del Ebro*" (1916 a 1918) "*El Ebro y Zaragoza*" en 1921, "*El plan nacional de obras hidráulicas*" en 1934 y "*Los riegos del Alto Aragón*" en 1935 y 1936. Lorenzo Pardo había publicado su "*Plan Nacional de Obras Hidráulicas*" en un libro editado en 1933 por el Centro de Estudios Hidrográficos del Ministerio de Obras Públicas. Completo estudio sobre la política hidráulica española, parte de los Planes de 1902 (Gasset), el extraordinario de 1916 y el Plan de Fomento de la Riqueza Nacional de 1919, actualiza sus datos, define nuevos objetivos e incluye una relación de obras preferentes, entre ellas el Trasvase Tajo-Segura. Pieza fundamental era el Anejo X, "*Las formaciones geológicas en España en relación con el aprovechamiento de sus ríos*", escrito por Clemente Sáenz García, a quien luego nos referiremos.

La publicación de Lorenzo Pardo originó una importante controversia, al ser criticada por Ricardo Rubio y José Nicolau. El primero, con un sentido crítico técnico y constructivo, reflexionaba que:

"empresas tan grandes...no salen perfectas del primer esfuerzo creador, y están, por tanto, necesitadas de más extensa y profunda crítica que otras...",

mientras que Nicolau, colaborador en el Plan Gasset, era más violento, se sentía

dolido y hablaba de que todo eran ataques al Plan de 1902 y a los que lo elaboraron, denunciando que las únicas novedades se referían a los trasvases, la parte más discutible del Plan.

A ambos contestaba Lorenzo Pardo, agraciado a Rubio su crítica seria, pero con Nicolau era inmisericorde, y, ofendido, rechazaba las acusaciones vertidas, comentando que:

"buscaba distracción en largas lecturas para superar una idea fija, en la que se enganchan todas las impresiones, y para defenderse de los dolores de una herida abierta por la injusticia y la arbitrariedad y la ingratitud, con cuyos labios acierta a rozar cuanto se acerca".

### 3.4. El cemento y el hormigón armado

La gran innovación en las obras públicas del siglo XX es el hormigón armado. Aparecido a principios del XIX, propugnado por Thomas Telford, en España es José Eugenio Ribera Duteoste su divulgador, convirtiéndose en elemento fundamental para la ingeniería y la arquitectura. La figura de Ribera y el triunfo de Torroja después, llevan a España a ser potencia de primer orden en la utilización del hormigón armado.

Señalemos que, desde 1853, la Revista había dedicado gran atención al cemento, con 91 artículos publicados hasta 1900, entre ellos "Cemento hidráulico" en 1859 o "Sobre el cemento de Portland" en 1865 o las contribuciones de Fernando García Arenal en "Condiciones que deben exigirse para la recepción de los cementos" en 1887, o Evaristo Churrua en 1896 "Cementos", o la bibliografía que se recoge en 1896 sobre "Cales, Cementos, Morteros y Hormigones" (73 referencias), y, finalmente el escrito por José Eugenio Ribera sobre la "Asociación Internacional para el ensayo de materiales de construcción" en junio de 1899.

Esa tónica continúa a lo largo de la primera mitad del siglo XX, y en 1908 se publica el "Pliego de condiciones normales para la recepción de cementos" redactado por la Asociación Americana para el Ensayo de Materiales a través de una Comisión formada por varios asociados que dedicaron varios años a su redacción. Y, sin firma, aparece en el nº 2.309 de 1922 una Nota sobre el "cemento fundido" y su composición, para utilizar en obras marítimas, generándose una viva polémica sobre este "cemento aluminoso", como ya le llama Peña Boeuf.

Volviendo al hormigón armado sobre el que se habían publicado varios artículos a lo

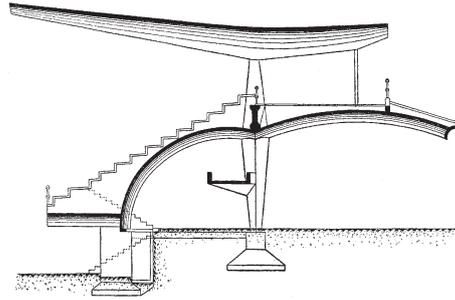
largo de 1896, en el número 1.188 (1898), se reproduce el Acta de las experiencias llevadas a cabo por José Eugenio Ribera en la construcción de la nueva Cárcel de Oviedo, bajo el título "Rotura de un piso de hormigón armado sistema Hennebique por D. J. Eugenio Ribera, Ingeniero de Caminos, en Oviedo, en Febrero de 1898" en la que se recogen los datos de la experimentación, los materiales, los testigos presenciales (nada menos que dieciséis), las sobrecargas, las flechas producidas y sus conclusiones que, extractadas, destacan la resistencia del piso, su elasticidad, la homogeneidad que otorga el entramado metálico y la carga de rotura, que asciende a 1.600 kg/m<sup>2</sup>.

En 1900 se traduce un largo artículo de C. Boncorps en "Annales des Chemins vicinaux", "Estabilidad de construcciones de hormigón de cemento armado", tratado inicial del cálculo y comportamiento del nuevo material, contraponiendo su método al de Hennebique. En diciembre de 1903, Manuel Gomendio, colaborador de J. E. Ribera, recoge el acta de recepción de dos puentes de hormigón: Golbaro y Ganzo (ambos en Santander), y destaca:

"las excelentes condiciones, tanto técnicas como económicas, que reúnen los puentes de hormigón armado, pues todos los que llevamos construídos hasta la fecha han dado iguales resultados que los que acabamos de indicar. Así se explica que este nuevo sistema de construcción haya sido adoptado para diversos puentes por el Consejo de Obras Públicas, por las compañías de ferrocarriles y por diversas entidades oficiales y particulares, y que haya sido también el hormigón armado el material preferido para el puente monumental de San Sebastián, cuyo concurso acaba de celebrarse".

Son ya muchos los que estudian la aplicación del h.a. a otras estructuras. Juan Manuel de Zafra, otro de los especialistas, escribe "Embarcadero de hormigón armado en el Guadalquivir" (año 1905) o "Estudio general acerca de los muros para sostenimiento o embalse" (año 1911, nº 1.866), o "El hormigón armado y los grandes embalses" (año 1912, nº 1.902), o "Construcciones de hormigón armado: flexión compuesta" (año 1914, nº 1.998). Y otros, hablan de chimeneas, de vigas, de traviesas de h.a., del "Sifón sobre el río Sosa y Barranco de Ribabona en el Canal de Aragón y Cataluña" (Mariano Luiña, en 1906), o de faros, de heladas, de bóvedas, de presas huecas o de tierra con diafragma de hormigón, y de corrosión, de ensayos, de carreteras, e incluso de la "Posibilidad de construir coches y vagones de cemento armado" de Julio Murúa (año 1920, nº 2.347).

13.- Hipódromo de La Zarzuela.



13

Eduardo Torroja Miret escribió para la Revista, entre 1926 y 1953, un total de 18 artículos. El primero de ellos, *“Botadura y fondeo de los cajones de cimentación del Puente de San Telmo”* (nº 2.447) lo publicó como ingeniero de la Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles. En 1927 (nº 2.477) daba a conocer su *Acueducto del Tempul* bajo el título *“Acueducto-sifón sobre el río Guadalete”*, y en 1932, nº 2.599 en *“Los pliegos de condiciones para obras de hormigón armado”* hacía un estudio crítico de varios de los artículos del *Pliego de Condiciones de la estructura del Hospital Clínico de la Ciudad Universitaria*, en Madrid.

En él, estudia las condiciones de la fabricación y puesta en obra de los hormigones así como de las pruebas durante la ejecución, lamentando que, a esas alturas, dos condiciones fundamentales, la disgregación y la docilidad, no tengan un método de ensayo suficientemente satisfactorio, siendo preciso llegar a un procedimiento eficaz para medirlas, por ser un:

“punto primordial para los contratistas y sus capataces, con quienes no lograremos compenetrarnos ni alcanzaremos a imponer nuestras teorías mientras no les dejemos, a su vez, convencernos de la formidable importancia práctica y económica de este factor”.

La Revista dio el mayor realce, en 1941, a su *“Estructura de las tribunas del nuevo hipódromo de Madrid”*, modelo de técnica, de equilibrio y de audacia, cuyo esquema sigue produciendo la misma admiración que el primer día. Y en 1942, describió el proyecto y obra del *“Viaducto Martín Gil”*, del que fueron coautores Francisco Castellón Ortega, César Villalba Granda, Antonio Salazar y el propio Torroja.

### 3.5. Los puentes

La mayor utilización del hormigón armado queda patente en los puentes construidos en este período, donde es palpable el avance de una técnica que convertirá a España en una autoridad de primera línea.

La ROP publica (nº 1.440) *“Real Orden que aprueba el modelo de pliego de condiciones facultativas para la construcción de puentes metálicos”* de 2 de abril de 1903, y en 1904, dedica otro artículo al *“Puente Monumental en San Sebastián”* de José Eugenio Ribera. Se trata de un puente de tres arcos de 24 m de luz y de 88 m de distancia entre estribos.

Ribera pronunció en marzo de 1908, en el Instituto de Ingenieros Civiles, una conferencia innovadora y fundamental para los especialistas en puentes, señalando, de manera definitiva, la supremacía del hormigón armado, inigualable para la construcción de éstos. Se titula *“Los puentes modernos”* y la Revista la transcribió a partir de mayo del mismo año.

La tesis de Ribera se basa en la indeterminación del problema de los puentes, tanto que si cien ingenieros estudiaran el mismo puente, presentarían cien soluciones diferentes. Cita su propio caso en el puente de Pino sobre el Duero, donde llegó a estudiar hasta doce soluciones, cuyos esquemas reproducimos. Más adelante, explica las ventajas del hormigón armado sobre la sillería, y expone su proyecto para el Puente Victoria en Madrid, que le acababa de ser adjudicado.

En la segunda parte de su exposición, Ribera se declara defensor acérrimo de los puentes rectos de hormigón armado, propugnando que todos se hagan ya de este tipo de material. Y defiende la decoración de los puentes, como se ha hecho en los de Bilbao y San Sebastián:

“procurando dar carácter monumental a estas obras que por lo general se proyectan con mezquindad y sin más decoración que la de los modelos oficiales de carreteras, tan anticuada como elemental”.

En 1918 se plantea un tema nuevo al publicarse un artículo corto de Pedro García Faria sobre *“El túnel del Estrecho de Gibraltar”* al que sigue la conferencia en el Instituto de Ingenieros Civiles, que pronuncia Carlos Mendoza en enero de 1919 sobre *“El paso a través del Estrecho de Gibraltar”*, en que desecha razonadamente, para este paso de 14 km de longitud, las ideas de túnel (por razones geológicas) o puente (el puente más grande del mundo en aquellos tiempos era el de Québec con luz de 549 m). Propone el establecimiento de un tubo, amarrado en las dos orillas, suspendido de boyas flotantes y situado a una profundidad entre 20 y 30 m. Calcula diversos diámetros, entre los 2,50 m y los 10,00 m, sugiere un vagón con forma de torpedo para los pasajeros, y afirma que, desde el punto de vista económico no se

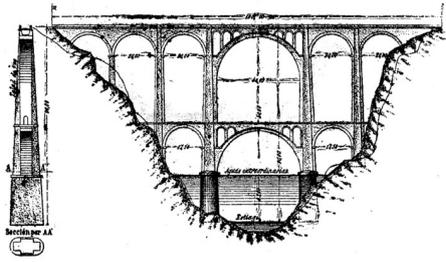


Fig. 1.ª

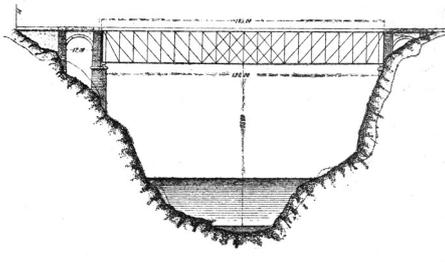


Fig. 17.ª

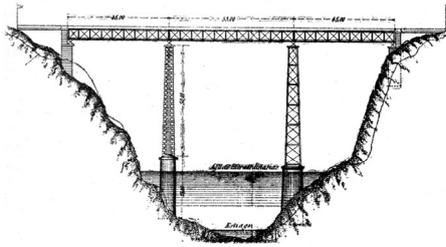


Fig. 2.ª

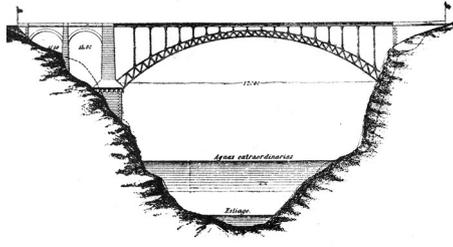


Fig. 8.ª

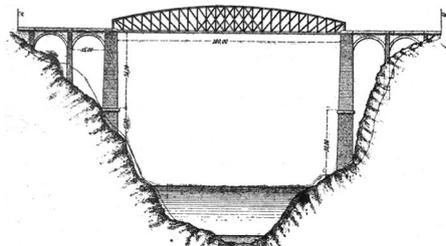


Fig. 3.ª

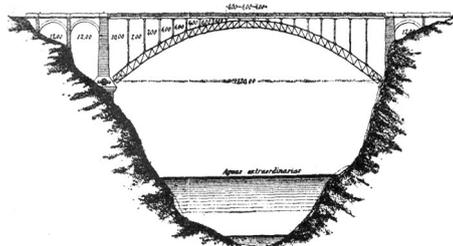


Fig. 9.ª

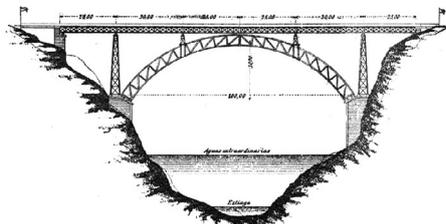


Fig. 4.ª

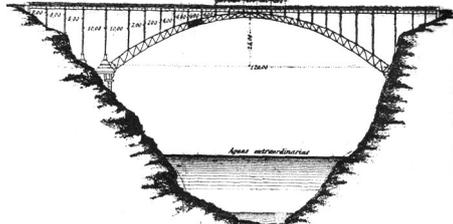


Fig. 10.

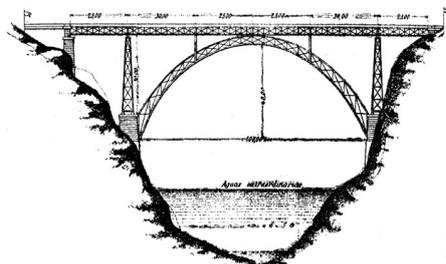


Fig. 5.ª

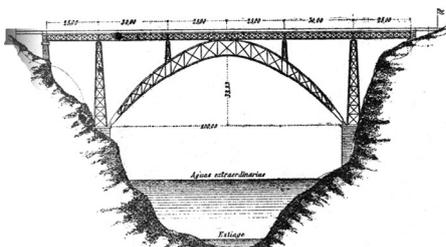


Fig. 6.ª

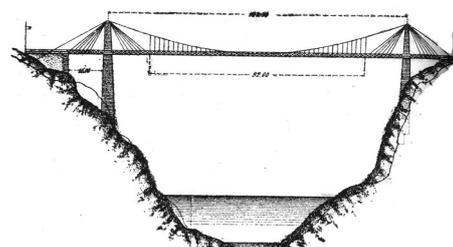
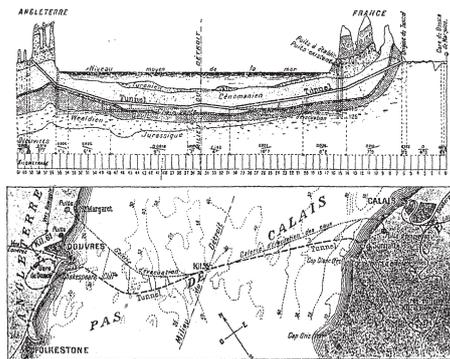


Fig. 12.

14.- Doce soluciones para el puente de Pino.

15.- Propuesta de túnel bajo el Canal de la Mancha.



15

ve una dificultad insuperable, mientras que, desde el técnico, la solución es dominable.

Carlos Fernández Casado escribe por vez primera sobre puentes en 1931 (nº 2.607) cuando aparece con su verdadera especialidad, exponiendo a lo largo de diez números, su teoría sobre los "Puentes de arco", completa enciclopedia del tema, que inicia con la lista de los nombres fundamentales de la Teoría de las Estructuras, en donde incluye a Leonardo da Vinci, Galileo, Bernoulli, Euler, Cauchy, Mohr, Boussinesq, Timoshenko, hasta treinta, e incluyendo, a lo largo del texto, gran cantidad de cálculos, diagramas, planos, fotografías, ábacos y bibliografía.

Otro especialista, César Villalba, estudia puentes sobre los ríos Tajo, Guadiana, Adaja, Guadalhorce en Pizarra, el Ebro en Tortosa, el viaducto Martín Gil, el Puente de El Pedrido, y uno muy completo por su carácter teórico-descriptivo "Los arcos de tablero intermedio" en que trata del puente sobre el Duero en Peñafiel.

### 3.6. Los túneles

Durante la mayor parte de estos años, los artículos sobre túneles aparecidos en la Revista se refieren a aquellos construídos en el extranjero. Desde 1905 ("Las señales en el túnel de Nueva York") hasta 1923, de 66 aparecidos, 33 pertenecen a los realizados fuera de nuestras fronteras y a partir de entonces aparecen realizaciones españolas: "Salto de El Carpio en el Guadalquivir" de Carlos Mendoza, "El túnel aliviadero del Salto del Esla", de Ricardo Rubio en 1940 y de Pedro Martínez Artola en 1941, y "Los pantanos de Entrepeñas y Buendía y su túnel de enlace", de Benito Jiménez Aparicio en 1947.

Entre los extranjeros, son tres los referidos al del Canal de la Mancha. Reproducimos la figura del que se publica en 1916, tomado de Le Génie Civil y cuyo autor es M.A.Dumas, del que la Revista publicaría nada menos que doce artículos entre ellos algunos sobre el Canal de Panamá.

Se publican los primeros artículos sobre los túneles del Metro de Madrid, destacando el de Miguel Otamendi en 1926, donde describe la difícil construcción de la línea Sol-Quevedo y el ramal a la estación del Norte.

Otros artículos que estudian las nuevas técnicas, son "Temperatura de los túneles de los metropolitanos" en 1906, "Máquina para perforar túneles en terrenos blandos" en 1908, "Broquel cilíndrico para la perforación de los túneles en terrenos movedizos" en 1915 o "Desescombro mecánico en túneles" en 1927.

### 3.7. Los puertos, costas y faros

En 1901 José Elías de Molins (nº 1.368), firma un artículo interesante sobre los "Puertos francos", describiendo los grandes puertos francos europeos (Hamburgo, Copenhague, Génova y otros) así como la situación en que se encuentran los puertos francos de Canarias. Y, al año siguiente, escribe sobre "Los puertos del Mediterráneo", poniendo toda su atención en los de Marsella y Génova.

En cuanto a los españoles, José Aixelá, Ingeniero-Director del Puerto de Barcelona, hacía un resumen (nº 2.441) de la situación que se encontraba éste en 1924, cuando habían entrado 4.529 buques, con un total de 4,5 millones de t de registro y 2,6 millones de t de mercancías entradas y salidas. Y R.H.M. resumía la Memoria sobre el estado y progreso de las obras y servicios comerciales en los años económicos 1924/25 y 1925/26 cuando se desarrollaba la parte extrema del Dique del Este, la reparación de averías y consolidación del rompeolas de Levante y la reforma y ampliación del muelle de San Beltrán.

Las obras en el Puerto de Bilbao las resumía Evaristo de Churrua en 1908 citando como principales el "Muelle embarcadero frente a la estación de Portugalete" y "La mejora de los muelles de Bilbao", y el "Anteproyecto para aprovechamiento de los terrenos ganados a la ría en el corte de Deusto". Al igual que en Barcelona, R.H.M. hace, en 1928, un Resumen de la Memoria del Puerto del año 1926, cuando estaban en estudio once proyectos, entraban 2.810 barcos y salían 2.798. Las mercancías entradas ascendieron a 2'6 M de Ton., con un fuerte descenso respecto del año anterior debido a la huelga inglesa de siete meses de duración.

En estos cincuenta años, José Fuster publica 38 artículos de los que 27 se refieren al Puerto de Valencia. El más interesante (nº 2.125, en 1916) habla de las Obras Exteriores en desarrollo por aquellas fechas, que com-

prendían tres Diques (Norte, de 1.137,10 ml de longitud, Este, de 812,10 ml y Sur, de 987,20 ml), el Malecón del Turia (1.932,41 ml) y un Espigón divisorio entre Antepuerto y Dársenas (570 ml). La panorámica que adjuntamos corresponde a otro artículo, de Justo Villar, en 1931.

Manuel Delgado Brackenbury, Ingeniero Director del Puerto de Sevilla al inaugurarse el Canal de Alfonso XIII (6 de abril de 1926), escribía la historia del Puerto (denominación que comprende también la ría navegable, de cerca de 100 km desde Sevilla al mar) aclarando que no es sino a partir de 1863 cuando verdaderamente comenzaba el Puerto actual.

En la primera parte estudiaba las cuatro "cortas" llevadas a cabo: Merlina (1795), con una reducción del cauce de 10 km; Fernandina (1816) con disminución de 16 km; De los Jerónimos (12,8 km de disminución) y, la de Alfonso XIII o Tablada (1909) con 3,5 km de disminución, mientras que en la segunda parte describía las obras del muelle de Alfonso XIII.

El autor más importante en materia de puertos y costas en esos años, es Ramón Iribarren (Irún, 1900) a quien hoy se considera padre de la ingeniería marítima del siglo XX. Sus teorías supusieron la sustitución de los métodos empíricos por otros más científicos, permitiendo el gran impulso que, desde entonces, ha experimentado esta ingeniería.

Iribarren publica por vez primera en la ROP en 1930 ("Un método para determinar las dosificaciones del hormigón asfáltico") y en 1941 (nº 2.709) inicia sus publicaciones sobre obras marítimas con "Obras de abrigo en los puertos" que permite conocer la propagación y avance de un oleaje de características conocidas, teniendo en cuenta cómo lo modifican las profundidades y la configuración de las costas, las obras construídas y las por construir. El resultado se concreta en los planos de oleaje, de los que reproducimos uno de los correspondientes al Puerto de Palma de Mallorca.

Entre 1941 y 1943, desarrolló en la Revista "Una posible explicación del fenómeno de las mareas. Teoría ondulatoriocentrífuga" (números 2.719 a 2.748). Como dice el resumen que encabeza el artículo:

"La explicación actual del fenómeno de las mareas, basada en las teorías de Newton y Laplace resulta incompleta por no concordar con las observaciones hechas. El autor expone una nueva teoría que tendrá sin duda resonancia en el mundo científico, y cuyas primicias nos complace poder ofrecer a los lectores de nuestra Revista".

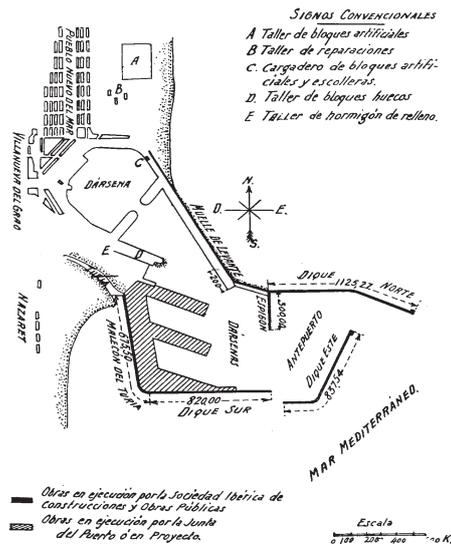
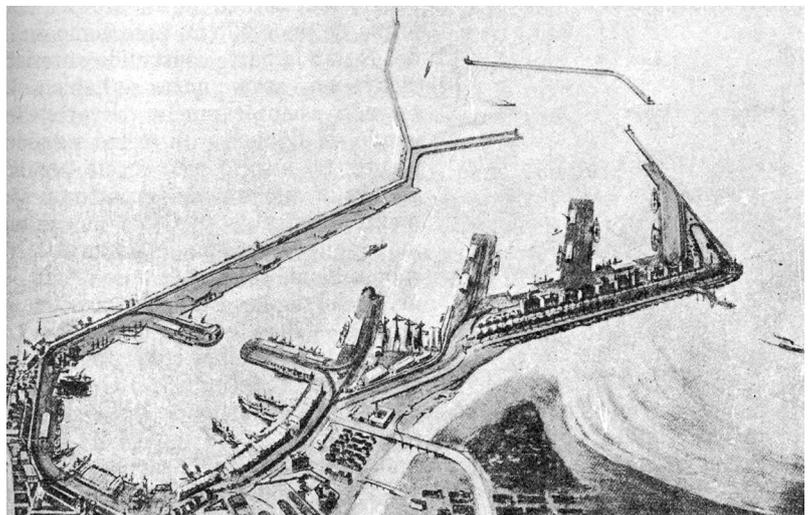
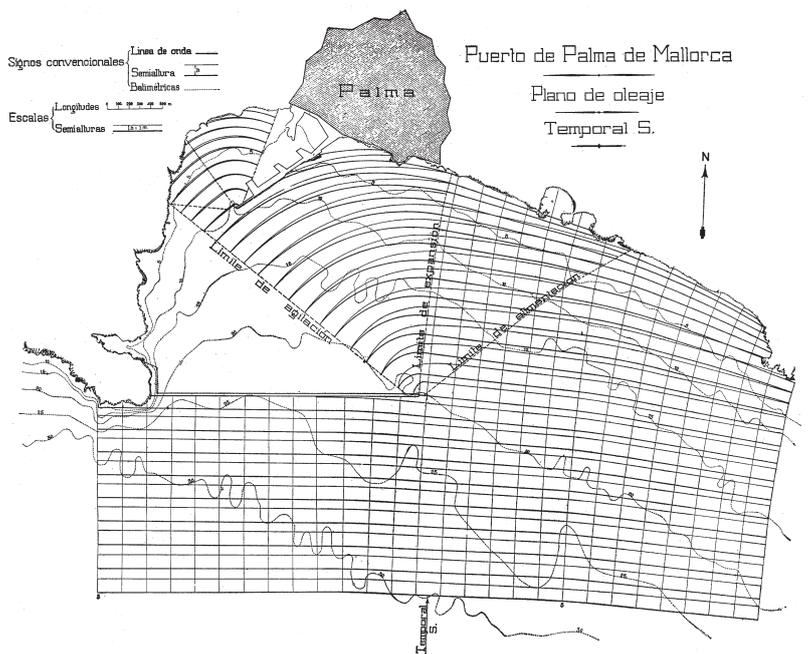


Fig. 2.º Plano de conjunto del puerto de Valencia

16



17



18

19.- Plano de electrificación de líneas.

Otro foco de atención de la ROP en esos cincuenta años son los faros. El primero de ellos lleva por título *"Por decoro nacional"*, transcripción de la sesión celebrada en el Senado ante la necesidad de mejorar el alumbrado marítimo de nuestras costas.

No es bien sabido que Carlos Fernández Casado, antes de dedicarse a su vocación de Ingeniero de Puentes, había sido un especialista en faros, publicando en la Revista en 1927 varios artículos sobre el particular como *"Radiofaros: generalidades y radiogoniometría"*, *"Radiofaros"*, *"Los radiofaros españoles"*, temas sobre los que también escribirían Manuel Moya y Mauro Serret.

También se hacía eco la ROP de lo que sucedía en otros países, y así, Guillermo Brockman daba cuenta del Congreso Internacional de Ingeniería de Saint Louis en 1904 o el de Navegación, en San Petersburgo, en 1909. Y también, en 1904 y 1907, se incluyen referencias al alumbrado de las costas mejicanas. En cuanto a realizaciones, se describió el *"Nuevo faro de Machichaco"*, el de Bilbao y el proyecto del *"Faro-baliza de los bajos del Llobregat"*, de José Cavestany, en 1918.

**4. DE 1951 A 2000**

**4.1. El ferrocarril**

En la segunda mitad del siglo XX, el número de artículos dedicados a los ferrocarriles convencionales decrece notablemente, dedicando alguna atención a la electrificación de algunos tramos, a apuntes históricos o a reflexionar sobre su situación y sobre su futuro. Hasta la década de los 90, en que ya se habla de la Alta Velocidad, en este sector de la ingeniería se vive una etapa de transición.

Son interesantes las consideraciones que realiza un joven Antón Durán en 1951 sobre *"Un posible plan de mejoras de Cádiz y de sus comunicaciones con el interior"* proponiendo una serie de variantes en el trazado Madrid-Cádiz, que reducirían la distancia en 83,20 km con lo que el puerto de la ciudad atlántica:

*"estaría en condiciones de competir ventajosamente con todos los demás puertos españoles del Atlántico, y con algunos del Cantábrico y Mediterráneo"*.

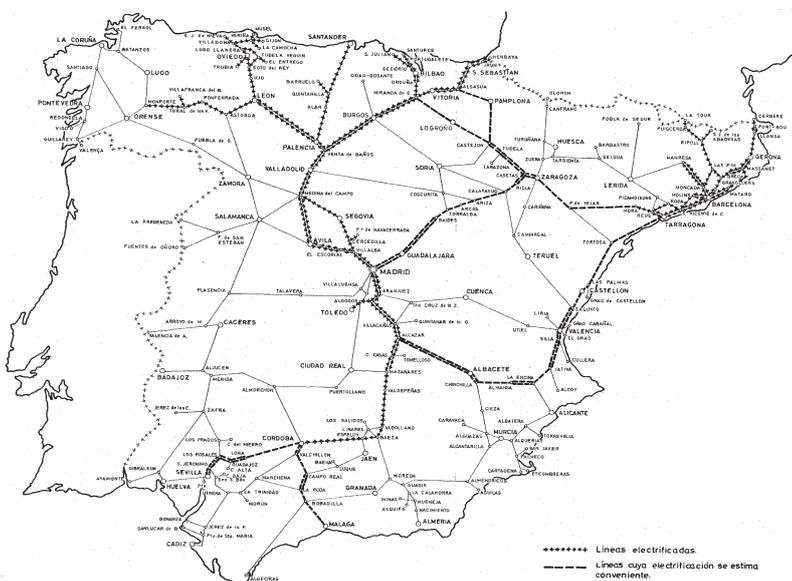
Francisco Wais (1888) es portavoz constante del ferrocarril ante la Revista, en la que publica entre 1917 y 1976, 28 artículos. El último de ellos, escrito ya con ochenta y ocho años, hace una breve referencia al *"Centenario de la Compañía de Coches-Cama"*. En 1953, en el número dedicado a conmemorar el Primer Centenario de la publicación, Wais firmó *"El ferrocarril y los ingenieros de caminos a lo largo de un siglo"*, resumen de la evolución del ferrocarril en España desde su iniciación y que se suma a sus artículos de carácter histórico como las biografías de Eduardo Maristany o Félix Boix, nº 2.947 y 2.972, o a *"Centenario de la terminación del ferrocarril del Norte"* (1964) o *"El ferrocarril y los orígenes del capitalismo español"* (1973) y otros.

Artículos destacados son los de José María García-Lomas sobre electrificaciones en 1955, o de Carlos Inza sobre tráfico ferroviario en 1958, de Pablo Rubio *"Repartición de los carriles cortos en las curvas de ferrocarriles"* en 1962 o de Jaime Badillo *"Panorámica sobre la electrificación de ferrocarriles en España"* en 1968.

Según Badillo, la electrificación de ferrocarriles en España se inició con la de Nacimiento-Gádor en 1911 (corriente trifásica a 6.000V) y Busdongo-Ujo en 1924 (corriente continua a 3.000 V). A partir de 1946, se aprueban el Plan Extensivo de Electrificación, un Plan General de Reconstrucción (1.400 km) y uno de Modernización (4.348 km) que se reflejan en la situación recogida en el plano adjunto de 1968.

**4.2. La alta velocidad**

En junio de 1991, una breve nota, *"La lenta marcha de la alta velocidad"*, anunciaba que, en 1992, se viajaría de Madrid a Sevilla en tres horas y con ella se iniciaban los estudios sobre el particular. Hasta 76 artículos han seguido, desde entonces, las vicisitudes de las líneas Madrid-Sevilla, Madrid-Málaga y Madrid-Zaragoza-Barcelona hasta configurar una realidad de tramos, finalizados unos, en fase de construcción otros, que están trans-



formando decisivamente los ferrocarriles españoles, integrando el territorio y haciendo cierta la frase "España es un país de AVEs". La ROP ha seguido con gran atención todo el proceso a través de las colaboraciones de los mayores especialistas.

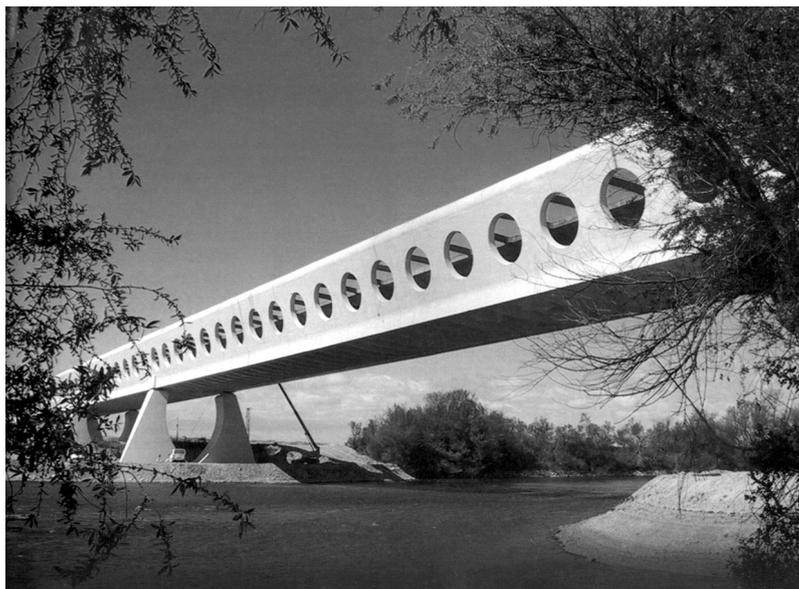
En 1995 Antonio Albaladejo (nº 3.339) firmaba "*¿Cómo queremos el ferrocarril del siglo XXI?*" en donde estudia la política y desarrollo de este medio de comunicación dentro del más amplio de los transportes, lamentando los años en que el ferrocarril estuvo desasistido y decía:

"...se puede pensar en el final de siglo o poco más con un nuevo ferrocarril en marcha con una red de gran velocidad y otra red de, al menos, transporte combinado que permita la operación de diferentes empresas privadas con participación pública o no y que avanzarán en los nuevos mercados emergentes de los primeros años del próximo milenio",... "Afortunadamente la decadencia de los ferrocarriles, por obsolescencia técnica, comercial u organizativa, parece definitivamente remontada".

Antonio Valdés escribió un estudio interesante en 1998, "*Consideraciones sobre un plan de ferrocarriles de alta velocidad*" que recogía las mejoras que suponía la introducción en la red de este nuevo tipo de transporte, cifradas en competir con el transporte aéreo para distancias del orden de los 500 km, separar el tráfico de viajeros del de mercancías y eliminar la diferencia de ancho de vía entre España y los demás países del resto de Europa. Se perfilaban así, para el futuro, tres tipos de servicios ferroviarios: los de cercanías, la red que comunique los centros importantes situados entre 300 y 1.000 km y la del transporte de mercancías.

Un asunto discutido ha sido el de la elección entre la vía con balasto o la vía en placa. Joan Manuel Estrade escribía en 1991 "*La superestructura de la vía sin balasto. Perspectivas de su aplicación en las nuevas líneas de alta velocidad*" (nº 3.305) y en 1998 (nº 3.372), volvían sobre el asunto José Escolano (nº 3.382), y Javier Puebla y otros en 2000 (nº 3.401) "*Para altas velocidades ¿Vía con o sin balasto?*"

La descripción de los trabajos llevados a efecto en ese final de siglo, corresponden a diversos tramos de la línea Madrid-Zaragoza-Barcelona-frontera francesa, a la que se dedicó un monográfico (el 3.386 de 1999) que incluía el del "*Puente sobre el río Ebro*" de Javier Manterola, Antonio Martínez Cutillas y Miguel Ángel Gil Ginés. Es un puente continuo de hormigón pretensado, cuya luz



20.- Puente sobre el Ebro.

principal es de 120 m, de tipología totalmente nueva al tratarse de una viga cajón tipo Vierendel como adaptación de las grandes celosías metálicas al hormigón. En el mismo número, y también de Manterola junto con Miguel Ángel Astiz y Antonio Martínez Cutillas, figuraba "*Puentes de ferrocarril de Alta Velocidad*", que señalaba las condiciones de trazado y de limitación de movimientos que obligan a puentes largos, de gran altura y muy rígidos.

El "*Puente sobre el río Ebro*", de Ángel López López, en el mismo número, describía esta infraestructura de 830 m de luz entre estribos, de 14 vanos, alineación curva, con luz máxima de 70 m y pilas, huecas, octogonales. El tablero era un cajón de hormigón pretensado de 4,85 m. de canto. Otros artículos de aquél monográfico, eran "*Financiación de los proyectos de Alta Velocidad encomendados al GIF*", por F.J. Arévalo, "*Tecnología de vía en líneas de Alta Velocidad*", de Javier Puebla y "*El marco jurídico*", de Antonio Panizo.

Otra estructura con tratamiento específico en la Alta Velocidad, son los túneles. Antonio Lozano del Moral publicó en 1998 (nº 3.381) y 2000 (nº 3.402) "*El dimensionamiento de túneles ferroviarios en líneas de Alta Velocidad*", dos artículos donde hace un resumen de los trabajos llevados a cabo por la "*Unión Internacional de Ferrocarriles (U.I.C.)*", centrándose en las aplicaciones desarrolladas en los últimos años y estudiando los posibles métodos para reducir las presiones en los túneles, sobre todo en el diseño de las boquillas y en el establecimiento de chimeneas.

#### 4.3. Las carreteras

Dos Directores Generales de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas, Camilo Perei-



21

21.- Plano autovías.

ra y Leopoldo Doadrio, publicaron sendos artículos en marzo de 1963 y mayo de 1973 dando cuenta de los distintos Planes de Carreteras aprobados desde 1950.

Complemento de ambos es el escrito por Carlos Real Ynzenga, en 1994 (nº 3.333), que formaba parte de los dedicados al Plan Director de Infraestructuras (PDI) que debería tener vigencia hasta 2007 y que actualizaba los Planes aprobados hasta entonces.

Con todo ello se podría formar una pequeña historia de la planificación de carreteras en la segunda mitad del siglo, iniciada al terminar la Guerra Civil en 1939 con el Plan del Ministro Alfonso Peña Boeuf, que estaba basado en el Circuito Nacional de Firms Especiales de Primo de Rivera, y que apenas atendía a la conservación y mejora de las existentes. En 1950, y a la vista de la degradación producida, fue necesario un Plan de Modernización, extendido a 11.000 km pero condicionado por la escasez de recursos económicos. Éste estuvo vigente hasta diciembre de 1960, cuando se aprobó una ambiciosa "Ley de Bases del Plan General de Carreteras", que afectaría a 13.500 km y que permitiría, al amparo del Plan de Desarrollo Económico y Social, planes parciales, entre ellos el REDIA de 1967. En 1972 entraba en vigor el Plan Nacional de Autopistas.

Ynzenga se refería asimismo al Plan 1984-1991, revisado en 1988, que tenía ya en cuenta la existencia de las Autonomías, y fijaba la red estatal en 20.000 km con un ambicioso plan de Autovías, de 2.517 km.

Además de esos artículos, otros, más tecnológicos, ocupaban las páginas de la Revista. Olegario Llamazares, autor de 48 de ellos, dedicó gran atención a los firmes, como "Los

métodos empíricos para la determinación del espesor de firmes flexibles" en 1958, "Aglomerados densos en caliente" en el 59, "Riegos superficiales con betún fluido" en el 60, y así sucesivamente hasta llegar a "Tratamientos asfálticos superficiales" en el 76, y "Sobre la metodología del cálculo de firmes flexibles" en el 78. Eran 27 artículos que podrían conformar, perfectamente, un tratado sobre los firmes españoles de carreteras en la segunda mitad del siglo XX.

Olegario profundizaba también en otros aspectos, como "La revolución de los containers", en 1969 (nº 3.049) y 1970 (nº 3.067), o "Carreteras económicas" también en el mismo número; y, ya en otra etapa de su vida, "Reflexiones sobre la sociedad post-industrial" (1981, nº 3.191), "Metodología de evaluación y decisión de inversiones en obras de carreteras" o "Betancourt. Razones para una exposición" en 1996.

Figura destacada de la época es José Luis Escario. Catedrático de la Escuela, Director del Laboratorio de Carreteras y hombre ilustrado, de profundos conocimientos económicos y asistente fiel a los Congresos de Carreteras como Estambul, Roma, Tokio, y otros. Su artículo de 1953 "Las carreteras en España" (nº 2.890) es una historia completa de las mismas, no sólo en nuestro país, sino en el resto de Europa. En él se hablaba ya de camiones que circulaban a 90 km/h y coches a 100 km/h. Entre sus estudios económicos, trata de "Planificación y rentabilidad de las obras públicas" (1957), "El mercado común" (1959), "La valoración económica de las obras públicas" (1961) y otros.

El paisaje, objeto de artículos desde el siglo XIX, tiene también representación en la Revista en esta mitad del XX. "Paisaje y paisajismo" de Ángel del Campo (1951), "El paisaje de la carretera" de Miguel Ángel García Lomas y Ángel del Campo (en 1952), "Sobre el arbolado y la estética de la carretera moderna" de Jose Barcala en ese año, "El arbolado en las carreteras de la provincia de Alicante" de José María Arboli (1957) y, finalmente, "Identificación de tramos de carreteras con interés paisajístico" de Miguel Aguiló, en 1984.

#### 4.4. Las obras hidráulicas

España disponía a 31 de diciembre de 2006 de un total de 1.222 presas de los siguientes tipos:

- Arcos gravedad: 43
- Bóvedas: 44
- Contrafuertes: 32
- Gravedad (varios tipos): 745
- Hormigón compactado: 16

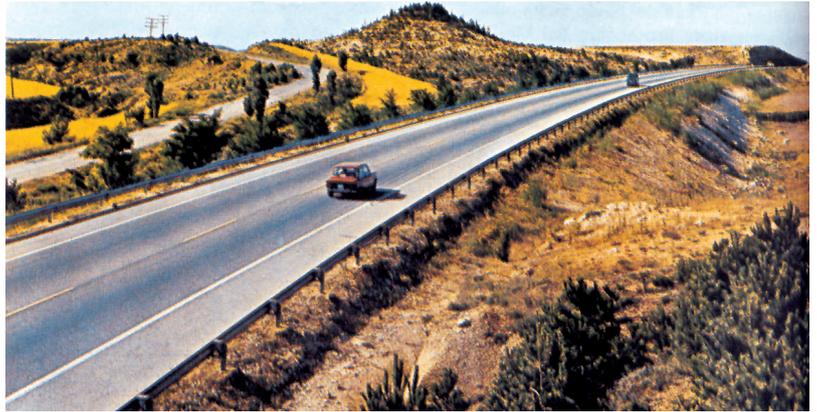
Mat. sueltos (con pantalla): 62  
 Mat. sueltos (homogéneas): 166  
 Mat. Suelto (n. arcilla): 108  
 Otras: 6

Pues bien, entre 1951 y 2000, se publicaron en la Revista 286 artículos a ellas referidos, muchos de los cuales figuran en los 16 monográficos que se editaron con motivo de los sucesivos Congresos del Comité Internacional de Grandes Presas, desde el séptimo, celebrado en Roma en 1961 (nº 2.954) hasta el último de Barcelona en 2007 (nº 3.475), pasando, entre otros, por los de Madrid (1973), Río (1.982), San Francisco (1988), y ya en años recientes, Beijing (2000), y Montreal (2006). En esos números se puede seguir detalladamente la descripción de las principales presas construídas en esos años, como las de Salime, Villarino, Bao, Guadarranque, Aldeadávila, Susqueda, Alcántara, Almendra, Valdecañas, Atazar, Cedillo, Las Portas, Quentar, Beninar, Cortes, Béznar, Alqueva y tantas otras, que conforman la estructura hidráulica de uno de los países de tecnología más avanzada y que más lucharon por superar las dificultades que su orografía y su clima le imponían.

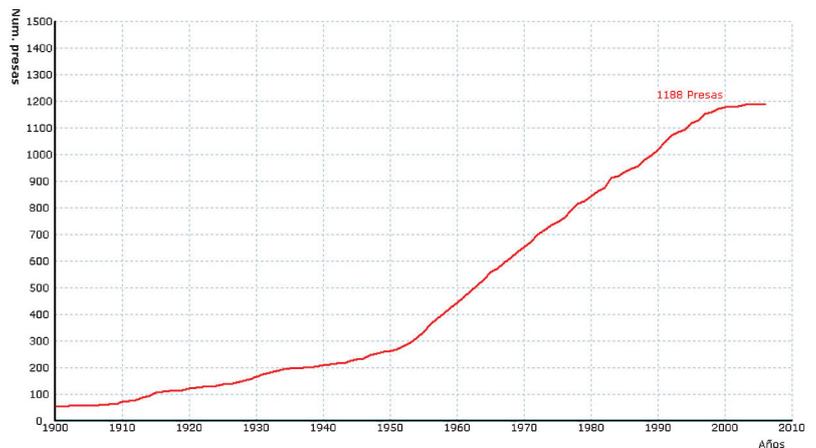
Toda esa tecnología innovadora se había recogido en la Revista, con artículos entre los que se encuentran los de regulación de ríos (Enrique Becerril, nº 2.954), de régimen jurídico (de Sebastián Martín Retortillo, nº 2.954), del geomorfismo de cerradas (Alfonso Alvarez, nº 2.988), de instalaciones de bombeo (Diego Martínez Bordes, nº 2.988), de criterios utilizados en el proyecto de presas bóveda, (Joaquín Serafín, F. Saénz y M. da Costa, nº 3.028) de métodos de cálculo de la estabilidad de presas de fábrica (Santiago Uriel, nº 3.061), de estética (Santiago de Castro, nº 3.098), de empleo de cenizas volantes (Rafael López González, nº 3.131), de auscultación (Nicolás Navalón, nº 3.176), de instrumentación (Angel Pérez Sainz, nº 3.202), de seguridad (Jesús Yagüe, nº 3.441) de sequías (Luis Berga y Fernando Girón, nº 3.475), y otros económicos, históricos, y muchos más que son imposible recoger en este limitado estudio.

En el mundo de las presas y de su geología, una figura destacada es la de Clemente Sáenz García, "Don Clemente", ingeniero preclaro y catedrático famoso, humanista, historiador, científico, erudito, profundo conocedor y amante de las tierras y paisajes españoles así como de sus tradiciones. Sus colaboraciones en la ROP se cifran en diez artículos, entre los que destacan los dos que a continuación se citan.

En 1961, en "Determinantes geológicos de las grandes presas españolas", pasa revista,



22

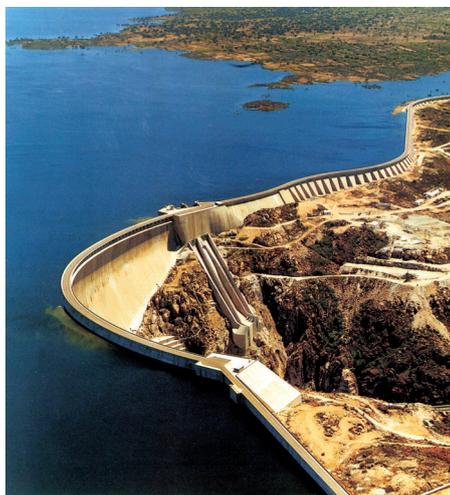


23

22.- El paisaje en la carretera.

23.- Evolución de la construcción de presas.

24.- Presa de Almendra.



24

en un alarde de síntesis de sólo siete páginas, a las características generales del Duero y del Júcar, a las posibilidades de embalse en los montes subcarpetanos de Segovia, a las directrices del proyectado Pantano del Valladar, en Medinaceli con su trasvase desde el Jalón, a la geología del Embalse del Ebro, o las de los Pantanos de la Tranquera, del Tranco de Beas o de la presa de Canelles.

En marzo de 1967, Don Clemente publica "El agua y las demarcaciones geográficas", donde con múltiples referencias al protagonismo del

25.- Situaciones típicas meteorológicas en España.

26.- Tipos tectónicos de cuencas españolas.

27.- El Plan Hidrológico Nacional y la ROP.

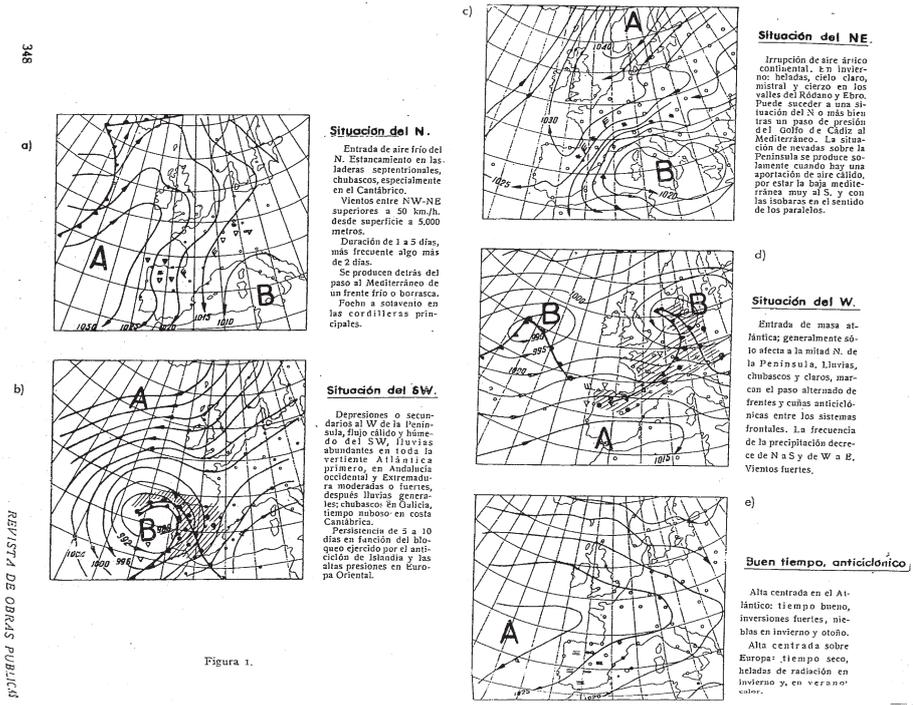


Figura 1.

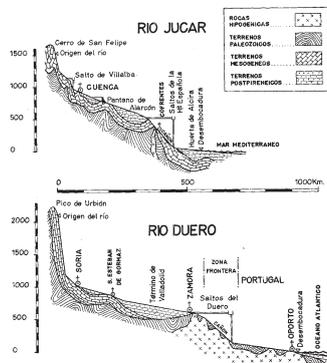
### Determinantes geológicas de las grandes presas españolas

Por CLEMENTE SAENZ GARGA  
Profesor de Geología de la Escuela de Caminos.

Mucho es lo que se ha escrito sobre la relación de las características de las grandes presas de embalse y las particulares geológicas de su emplazamiento, tanto en lo que corresponde a la situación de aquéllas dentro del marco tectónico de un país, como en lo referente a su tipo y estructuras. Mandan, en el primer aspecto, la eficiencia funcional y el destino

de la obra: abastecimiento, riego, producción de energía. En el segundo, las condiciones de erosión e impermeabilidad del terreno.

Hay tratados enteros y monografías acerca de estos temas, y nosotros mismos los hemos tratado en forma general para nuestro territorio en libros escritos, a partir de la Memoria que tratamos: "Las



TIPOS TECTONICOS DE CUENCAS ESPAÑOLAS  
Se observan con claridad las dobles cuñas de erosión.

agua en la Historia, distingue entre fronteras históricas y naturales y desarrolla una idea básica, en plena vigencia: el agua no entiende de política:

"y, aun, como buena española, se rebela contra la orografía y la geología, cortando montañas de través o llevando en virtual flotación hitaciones y jurisdicciones".

Mariano Palancar, en 1972, reclama "Mejor utilización del agua para el riego" demandando una adecuada elección de cultivos, política de tarificación, mejoras en el suministro de agua y perfeccionamiento en la explotación de regadíos, citando por vez

primera los riegos por aspersión y las nuevas técnicas del goteo.

En 1993 surge de nuevo el polémico Plan Hidrológico Nacional, al que la Revista dedica gran atención en varios números, incluso monográficos (nº 3.321 de 1993). César Cimadevilla y José Alberto Herreras en 1995 con "La urgente necesidad del Plan Hidrológico Nacional"; José María Fluxá, Roque Gistau, Bernardo López Camacho y José Alberto Herreras en 1998 con "El estado actual de la política del agua" son muestras del debate originado sobre el particular, aún sin concluir.

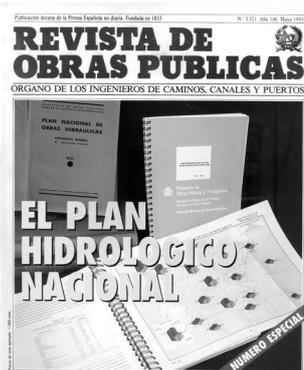
### 4.5. Los puentes

España es un país de puentes y túneles. Con el avance de las nuevas técnicas, esta afirmación es más verdad cada día y muchos trazados actuales son una sucesión casi ininterrumpida de estas estructuras, verdaderos alardes de la ingeniería.

Alfonso Peña Boeuf, estudiaba, entre 1956 y 1962, la solución puente para el Paso del Estrecho de Gibraltar, y la extrapolaba al Puente de Lisboa sobre el Tajo e, incluso, al Canal de La Mancha.

Luis del Cañizo también publicaba "Enlace fijo en el Estrecho de Gibraltar. Soluciones diferentes a túnel y puente", estudiando el dique, un puente con apoyo flotante, túnel de fondo o tubo entre dos aguas.

Carlos Fernández Casado publica en la Revista en este período 31 artículos, no sólo de



puentes, sino de temas profesionales como "Caracterización profesional del ingeniero" (1958), "Estética de las artes del ingeniero" (1977) o históricos como "Las presas romanas en España" (1961), "Los depósitos de agua en las conducciones romanas" (1977), o "Estudio conjunto sobre la presa romana de Consuegra", en colaboración con García Diego, Alejandro del Campo y Raúl Celestino, en 1983.

Fernández Casado había publicado en la ROP en 1957, uno de sus artículos más importantes, "Construcción, proyecto y cálculo" en donde exponía sus teorías sobre las tres fases del desarrollo de la obra con ideas tan claras y tajantes como:

"La misión principal de nuestra profesión es construir"; "No puede construirse sin proyecto previo...la labor primaria y básica del ingeniero es proyectar"; "Esto exige, en primer lugar, que el que proyecta haya construido"...y, además, sea el que va a construir".

Más adelante, se mostraba preocupado porque:

"Una preocupación excesiva por el aparato matemático ha hecho perder de vista la misión del Ingeniero en la esfera de la construcción",

y narraba la conocida anécdota de los dos telegramas remitidos por un jefe de obra al director de su empresa, al descimbrar una estructura:

"Al quitar puntales aparecen grietas; corro a revisar cálculos". Y el segundo: "Cálculos bien. Estructura en el suelo".

Entre 1961 y 1971, da cuenta anual de la evolución de los puentes de fábrica. Merecen citarse los párrafos iniciales del informe correspondiente a 1967, sobre la competencia establecida desde en el último tercio de siglo entre hormigón armado y pretensado:

"...las luces del hormigón armado se han quedado en la mitad, aproximadamente, de las del pretensado... Pero, además, las luces de aquéllos están congeladas, mientras que las de los segundos se encuentran en franca expansión. Así, las luces máximas están en los 200 m para pretensado (Maracaibo con 226 m de luz teórica y Bendorf con 208, que se reducen a la cifra indicada al pasar a luz libre), mientras que los de hormigón armado normal no han rebasado los 100 m. Particularizando, tenemos en tramos simples 30 contra 60-70 m; en pórticos sencillos, 54, en Smitz-Park en 1938, contra Dischinger, en Berlín, con 98,50 en 1956; en tramo



28

continuo, Donzere-Mondragon, con 100 m en 1958, y en tramos ménsulas, Jacques Boulouche, con 96 en 1957, contra el de Bendorf, que ya hemos indicado."

28.- Puente Fernández Casado.

Hemos hablado de Manterola al citar su puente del AVE sobre el Ebro, pero otros, además del "Puente Nuevo de Zaragoza" (1992), son más conceptuales, como "Arquitectos-Ingenieros. El futuro de los puentes" (1997), fundamental en la concepción de éstos.

Dice Manterola que el enorme desarrollo producido en su tecnología los ha hecho muy vulnerables, apareciendo el concepto de "puente-objeto" que ha permitido la incursión de otros profesionales más entrenados en los problemas formales y ha hecho perder seguridad a la manera ingenieril de enfrentarse al puente.

De Santiago Calatrava se recogen el "Puente sobre el río Guadiana en Mérida", y "El Paso del Alamillo Camas-San Lázaro", ambos en 1992, y José Antonio Fernández Ordóñez, prematuramente fallecido y sin duda otro de los más prestigiosos ingenieros de la época como autor de grandes puentes, colabora en la Revista (de cuyos órganos directivos formaba parte) con 12 artículos de los que destacaremos el "Puente del Centenario en Sevilla" "El puente de Fonteju" sobre el río Ter en Gerona o la "Pasarela de Abandoibarra", en 1996.

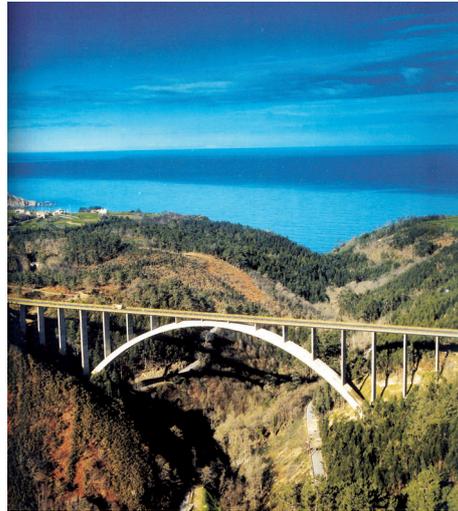
El puente del Centenario es de solución atirantada, con un vano central de 265 m, tablero de 22 m de ancho siendo su característica principal la utilización de elementos prefabricados, de hormigón blanco; el de Fonteju (nº 3.328 y 3.341) es una estructura continua, de plataforma esviada de 204 m de longitud total en el que merecen desta-

29.- Puente de Fontejaú.



29

30.- Puente Ana Ozores.



30

carse su horizontalidad, la nueva técnica de pretensado exterior (una de las primeras utilidades de la misma en España), la gran calidad en los acabados al tratarse de una estructura urbana, y la importancia concedida al color (gris-perla y rojo-siena). Además del artículo sobre el Puente del Centenario, la Revista dedicó a la Expo-92 de Sevilla (nº 3.312, de julio de 1992) varios artículos sobre las infraestructuras que se llevaron a cabo en la ciudad, como el de José Luis Manzanares sobre *“El Puente del Cachorro y el Desaterramiento de Chapina”*, formado por dos arcos metálicos paralelos de ciento veintiseis metros de luz y una flecha de nueve metros y medio, pensado para ser un mirador abierto y capaz de soportar los innumerables servicios que lo cruzan. Y Juan José Arenas, otro importante especialista, describía su *“Puente de la Barqueta”*.

También son de Arenas el *“Puente sobre el río Esla en Valencia de Don Juan”* (nº 3.316), o el premiado *“Arco de la Regenta Ana Ozores”*, escrito en colaboración con otros ingenieros. La solución elegida para éste, muy respetuosa con el bellissimo paisaje que la circunda, está especialmente encajada, y su geometría y diseño surgió del propio terreno y de la topografía en V del valle del río Cabo en Asturias. Se trata de un viaducto en arco, del tipo tablero superior, cuyo elemento principal es un arco de hormigón armado de 194 m de luz, de sección hueca, con una flecha de 50,37 m.

También destina Arenas otros artículos a reflexionar sobre el diseño y la estética de los puentes. Esta preocupación se ve reflejada en *“El sentido del diseño en ingeniería”* en 1990, *“El arte y la estética en el diseño de puentes: ¿puentes monumento u obra civil funcional?”*, en 1995 y *“Las obras públicas, compromiso entre la naturaleza, la utilidad y el arte”*, en 1997, buenas muestras de lo que trasciende de lo puramente material de la técnica y se adentra en sus fundamentos, constituyendo así el origen de cuantas innovaciones se incorporan a la ingeniería civil.

Julio Martínez Calzón, colaborador durante muchos años de José Antonio Fernández Ordóñez, también ha publicado en la ROP algunos artículos innovadores tanto sobre estructuras en general (Torre Collserola, que fue premio San Benito de Alcántara) como sobre puentes, entre los que cabe destacar el llamado *“Glass Arch”*, establecido en la Autopista A-2, planteado como un arco circular de cristal constituido por una estructura interna de hormigón armado envuelta mediante vidrios serigrafados, todo ello completado con una iluminación intensa.

#### 4.6. Túneles

Entre 1951 y 2000, se publicaron 85 artículos de importancia sobre el particular, especialmente cuando, desde 1985, la incorporación de nueva maquinaria, que llevaba años en períodos de rodaje y estudio, revolucionaba la construcción de estas estructuras, tan importantes en España.

Hasta entonces, los artículos sobre túneles tenían una fuerte componente técnica, estudiando terrenos y métodos clásicos de perforación: *“Perforación de túneles en roca”*, de Francisco Barceló (1951), *“Túneles para carretera”* de Luis Caballero de Rodas (1958), *“Aplicaciones de geofísica al estudio de revestimientos e inyecciones en los túneles”* de Ángel García Yagüe (1965), *“Temperatura en los túneles”* de Fernando Hacar (1979), son algunos de los ejemplos de este tipo de artículos.

Y artículos descriptivos son, de nuevo, los de La Mancha y Gibraltar, de Peña Boeuf en 1962, el del Túnel del salto de Torrejón, en 1966, de Hans Bergvall y Gregorio Manzanares, o el de José Antonio Jiménez Salas y Alcibiades Serrano sobre *“Condiciones geotécnicas del Túnel bajo el Estrecho de Gibraltar”*, en 1984.

Pero en 1985 Laureano Cornejo publica ya *“Las máquinas rozadoras en túneles y vías”*, con abundancia de datos prácticos sobre el nuevo sistema de trabajo aunque, quizás,

el artículo más completo que se publica en estos años es el que, en el número 3.403, noviembre de 2000, firma Manuel Melis bajo el título "El Túnel, clave de las infraestructuras.- 149 túneles españoles y extranjeros: métodos y velocidades de construcción".

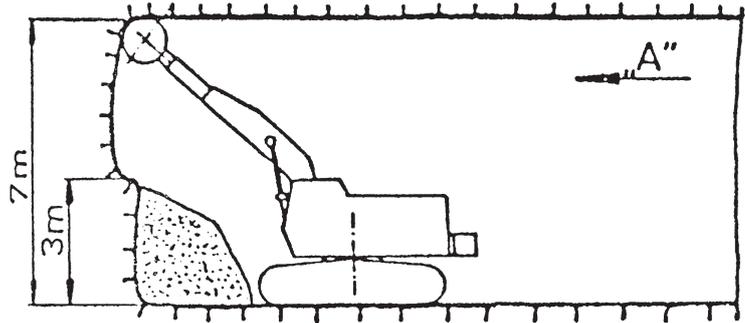
Se trata de un resumen de los túneles importantes construidos en el mundo y compara los rendimientos obtenidos por los métodos de frente abierto (Nuevo Método Austríaco o Precorte Mecánico) con los logrados por los métodos de frente cerrado (las grandes tuneladoras de suelos o de rocas, las TBM). Según el autor, entre los túneles llevados a cabo con frente abierto, el que obtuvo mejores rendimientos es el del Mont Blanc en 1962, con una media de 300 m/mes, superando los obtenidos en Simplon (262 m/mes en 1905) y Arlberg (244 m/mes en 1884). En túneles españoles, destacan los rendimientos medios con frente abierto del Túnel del Cadí (161 m/mes en 1984) mientras que en túneles hidráulicos, con TBM, se consiguieron 742 m/mes en Guadiaro-Majaceite.

El Metro madrileño se había estudiado en la ROP desde 1929, al abrirse al tráfico el tramo comprendido entre las estaciones de Quevedo y Cuatro Caminos; pero esa atención se hace más intensa a partir de la década de 1970 y adquiere toda su importancia cuando la ampliación de la red, en los años 1995 a 1999, genera una serie de artículos que culminan en un número monográfico, el 3.405, que es una descripción de los tramos y del "estado del arte" en este tipo de construcciones. Esa ampliación, se vio basada de manera fundamental en la utilización de las grandes tuneladoras. Hasta esos años, la perforación por el método clásico permitía avances mensuales del orden de los 30/60 m/mes, que llegaron a los 150/170 m en la segunda parte de los años 90, en la Línea 1 (Vallecas). La introducción de las grandes máquinas permitió alcanzar rendimientos medios del orden de los 300 m/mes, que en el caso del "Cercanías" de Alcobendas, fue de 619 m. Con estos datos, el autor afirma:

"que el peor rendimiento de los grandes túneles con tuneladora es mejor que el mejor rendimiento de los túneles sin mecanizar construidos por el Nuevo Método Austríaco o métodos similares".

#### 4.7. Los puertos, costas y faros

Los artículos de Ramón Iribarren se publican hasta 1967, muchos de ellos escritos en colaboración con Casto Nogales. Destaca el de 1953 (nº 2857) sobre "Los puertos españoles y su técnica en la Revista de Obras Públicas" donde recogía la historia y la actividad de los



31

puertos españoles que, por entonces, tenían un movimiento anual de 119.610 buques, con 1.580.000 pasajeros, y 30 millones de toneladas de mercancías. Finalizaba con un homenaje a la ROP, señalando que:

"Casi la totalidad de esta aportación española a la técnica de puertos se ha efectuado a través de la "Revista de Obras Públicas..."

Otro autor importante, ha sido Pedro Suárez Bores, Premio Nacional de Ingeniería y autor del Método Sistemático Multivariado, sobre el que escribió varios artículos desde 1977. Según su autor:

"El Método, puesto en práctica como consecuencia de la reparación del dique de Punta Lucero, en Bilbao, en 1976, pone en evidencia que, en nuestras costas, las obras marítimas rompen por la acción del oleaje, situación que corresponde a un estado del mar determinado, entre otras razones, por un conjunto de variables aleatorias función de la altura de la ola, el período, la dirección y la persistencia".

En 1948 se decidió la construcción del Puerto de la Zona Franca de Cádiz. Su primer Director, José Ochoa Benjumea desarrolló, de forma amena en 1954, una pequeña historia de lo que fueron esos años, a la que siguió, en 1957 los de Marciano Martínez Catena como Director del Puerto.

El Puerto de Algeciras era objeto de un artículo en 1963 de Pedro Gaytán de Ayala, quien se lamentaba del estado en que se encontraba cuando, además, acababa de producirse un Informe del Banco Internacional en el que se recomendaba "el abandono de todo plan de obras". A pesar de ello, el autor, basándose en los tráficos crecientes de los últimos años proponía la ampliación de un Puerto por el que pasaban todas las rutas entre el Atlántico y el Mediterráneo.

## 5. CONCLUSIÓN

Limitado este estudio a los siglos XIX y XX, en los siete años transcurridos del nuevo siglo se



32

31.- Rozadoras.

32.- Tuneladoras en la ROP.

33.- Proyecto de la Playa de Levante.



33

han publicado 546 artículos a lo largo de 72 números, continuando la ROP en su línea tradicional de informar de cuantas innovaciones se producen en el aspecto técnico de la ingeniería. Por otra parte, las nuevas tecnologías han permitido la informatización completa de la Revista y su posterior incorporación a la web, llegando así a todos los ámbitos

con inesperados grados de aceptación y de internacionalización.

En estos años, son habituales los temas sobre el medio ambiente y el paisajismo, las energías renovables y las redes internacionales del transporte, las nuevas autopistas y ferrocarriles, los sistemas de concesiones, las grandes estructuras urbanas, el tráfico, las sequías, la economía, la cooperación al desarrollo. La sociedad exige cada vez mejores servicios y más infraestructuras, es cada día más ágil, más crítica, más veloz. La ingeniería está a su servicio cumpliendo su papel fundamental en esa función, divulga su labor y recaba la autoría de las mejoras logradas.

Pero de todo ello, y en número que supera los 9.000, los verdaderos protagonistas han sido los autores, entre los cuales están, sin duda, los más destacados miembros de la ingeniería civil. A ellos es a quienes corresponden los méritos de cuanto aquí se ha descrito. En su primer Editorial se manifestaba por parte de los fundadores el "deseo de convertir a la Revista en algo duradero" y eso está conseguido. Ahora serán necesarias nuevas ideas, nuevas gentes, nuevos autores. Como en las grandes travesías marítimas, habrá que rectificar el rumbo casi de forma continua, sin perder el sentido que ha imperado en esta vieja "Revista de Obras Públicas", uno de los principales activos de la Ingeniería de Caminos y cuya historia es un medio más para conocer la reciente Historia de España.

\* \* \*