

MANUEL SILVA SUÁREZ, ed.

**TÉCNICA E INGENIERÍA
EN ESPAÑA**

II

EL SIGLO DE LAS LUCES
De la ingeniería a la nueva navegación

Pedro Álvarez de Miranda
Arturo Ansón Navarro
Juan José Arenas de Pablo
Horacio Capel Sáez
Fernando Cobos Guerra
Irina Gouzevitch
Víctor Navarro Brotons

Guillermo Pérez-Sarrión
Manuel Sellés García
Manuel Silva Suárez
Julián Simón Calero
Hélène Vérin
Siro Villas Tinoco

REAL ACADEMIA DE INGENIERÍA
INSTITUCIÓN «FERNANDO EL CATÓLICO»
PRENSAS UNIVERSITARIAS DE ZARAGOZA

Publicación número 2.562
de la
Institución «Fernando el Católico»
(Excma. Diputación de Zaragoza)
Plaza de España, 2 · 50007 Zaragoza (España)
Tels.: [34] 976 288878/79 · Fax [34] 976 288869
ifc@dpz.es
<http://ifc.dpz.es>

FICHA CATALOGRÁFICA

El Siglo de las Luces. De la ingeniería a la nueva navegación / Manuel Silva Suárez, ed. — Zaragoza: Institución «Fernando el Católico», Prensas Universitarias; Madrid: Real Academia de Ingeniería, 2005.

624 p.; il.; 24 cm. — (Técnica e Ingeniería en España; II)
ISBN: 84-7820-815-1

1. Ingeniería-Historia-S. XVIII. I. SILVA SUÁREZ, Manuel, ed. II. Institución «Fernando el Católico», ed.

© Los autores, 2005.

© De la presente edición, Real Academia de Ingeniería, Institución «Fernando el Católico», Prensas Universitarias de Zaragoza, 2005.

Cubierta: Ambrosio Lanzaco (dib.) y Josef Dordal (grab.): «Planta y perfil del Puente y Almenara construido en el Canal Ymperial, llamado de Formigales». Lámina n.º 3 de la *Descripción de los Canales Imperial de Aragón, y Tauste. Dedicada a los augustos soberanos Don Carlos IV y Doña María Luisa de Borbón. Por el actual protector de ambos canales, el conde de Sástago*, Zaragoza, Impr. de Francisco Magallón, 1796.

Contracubierta: Ilustraciones de las láminas 3 y 4 en el tomo II del *Examen marítimo, Teórico Práctico o Tratado de Mecánica aplicado a la Construcción, Conocimiento y Manejo de los Navíos y demás embarcaciones*, de Jorge Juan y Santacilia, Madrid, Impr. de D. Francisco Manuel de Mena, 1771.

ISBN: 84-7820-814-3 (obra completa)

ISBN: 84-7820-815-1 (volumen II)

Depósito Legal: Z-3032-2005

Revisión técnica de la obra: Marisancho Menjón

Digitalización: María Regina Ramón, Cristian Mahulea, FOTOPRO S.A.

Maquetación: Littera

Impresión: ARPI Relieve, Zaragoza

IMPRESO EN ESPAÑA - UNIÓN EUROPEA

La política de construcción de canales. Una aproximación

Guillermo Pérez Sarrión
Universidad de Zaragoza

Las obras públicas, y en concreto las que aquí ocuparán la atención, las obras hidráulicas, siguen atrayendo por su grandiosidad, la dificultad técnica de su construcción o la relevancia que llegaron a tener. Pero no fueron sólo producto del progreso tecnológico o trabajos magistrales de una mente brillante, sino respuestas a las necesidades que planteaba el progreso de la sociedad europea.

En los siglos medievales las obras públicas estaban en manos de los entes locales, señores e iglesias; en los de la modernidad, las mayores con frecuencia sólo pudieron emprenderse cuando fueron surgiendo instituciones supraterritoriales capaces de eliminar fronteras y articular intereses locales, sobre todo y especialmente la monarquía y el Estado¹. En cuanto a la tecnología, se tiene por cierto que en el siglo XVI los líderes de las obras de ingeniería hidráulica fueron los italianos; de ellos copiaron los nuevos países emergentes, en especial las Provincias Unidas, donde el desarrollo tecnológico se puso al servicio de un progreso económico cuya meta era superar los problemas derivados del exceso de agua, no los de su escasez, como sucedía en las zonas mediterráneas². De Italia y las Provincias Unidas, máquinas y sistemas se fueron difundiendo en los siglos XVII y XVIII hacia países que, ya en otro contexto político y económico, fueron necesitando y van a ser objeto de atención preferente: Francia y la monarquía española.

I

LOS ORÍGENES, 1650-1750

La situación europea del siglo XVI cambió mucho en el siglo XVII cuando, en el marco de la guerra de los Treinta Años y demás conflictos dinásticos y con origen en

¹ G. PÉREZ SARRIÓN, 1990.

² Sobre ello véanse ante todo las obras de S. CIRIACONO, 1994, 1998 y 2004, y F. CAZZOLA, 1990.

la religión que asolaron el continente, las grandes potencias encontraron en ellos razones de fuerza para incrementar sus gastos bélicos, lo que les obligó a desarrollar y poner a su servicio marina, artillería, pertrechos y obras de ingeniería cada vez más sofisticadas y caras, algo que les forzaba a incrementar sus ingresos fiscales. Esto era algo difícil para todos, pero más para una monarquía como la hispánica, hasta entonces hegemónica. España, aun sumida en una larga crisis social, política y financiera, entró en guerra contra Francia sin contar con recursos suficientes. La derrota y las paces de Westfalia y los Pirineos pusieron fin a su hegemonía, y abrieron un siglo durante el cual España quedó subordinada políticamente a Francia e Inglaterra.

En ese contexto es importante considerar lo que pasó en un país como Francia, que dominó el escenario militar en la segunda mitad del siglo XVII. La monarquía de Luis XIV no sólo disfrutó de un gran poder sino que además, por tener extensas fronteras terrestres, desarrolló una doctrina orientada a defender su espacio interior, que quedaba protegido por plazas amuralladas en las fronteras y articulado por caminos y canales para la comunicación interior. Esto dio gran importancia a la ingeniería y explica por qué los militares tuvieron un papel tan relevante en el desarrollo de obras de ingeniería de doble uso civil y militar, tales como caminos, acueductos, murallas urbanas y palaciegas, conservación de bosques, y canales de navegación interior. Baste citar, a propósito de quienes formularon esta doctrina, el caso ejemplar de Vauban (1633-1707), el ingeniero más grande de la Francia de fines del siglo XVII. Vauban describió un completo plan de construcción de plazas fuertes para defender las fronteras del país; escribió un tratado sobre la conservación de los bosques (1701); otro de construcción y canalización de riberas fluviales y canales interiores (hacia 1690); un estudio sobre el famoso Canal de Languedoc (1691); otro sobre la unión de los ríos Mosa y Mosela; y, como colofón lógico, formuló importantes propuestas de reforma fiscal (1695, 1707). Todo el análisis estaba orientado a ganar las guerras siguientes y a la vez –esto es lo novedoso– a conseguir el desarrollo del mercado interior, ya que favorecer que los súbditos del rey aumentaran la riqueza del país había de ser otro modo más de incrementar su capacidad fiscal y, por tanto, el poder del monarca³. Así, el crecimiento económico y el progreso no eran sino objetivos al servicio de la guerra: surgían, militarizados, de ella misma.

La gran influencia cultural y política de Francia en la España de la segunda mitad del siglo XVII perduró durante buena parte del XVIII, lo que contribuye a explicar por qué las ideas de Vauban fueron conocidas pronto en los dominios del monarca español. Tras la guerra de Sucesión, la supresión de los fueros en la Corona de Aragón incrementó la unificación legislativa y administrativa, y aumentó la capacidad de acción de una monarquía borbónica cuyos ministros, no obstante, durante largo tiempo siguieron mirándose en el espejo de Francia. La nueva fase de crecimiento

³ Todos estos escritos, en VAUBAN, 1988 y 1996.

económico posibilitó el crecimiento de la recaudación y el que se planteasen reformas fiscales en la Corona de Aragón (*equivalente, contribución, catastro, talla*) y Castilla (*Única Contribución*). Todo ello favoreció el fortalecimiento del Estado y la puesta en marcha de políticas de construcción de caminos, canales y puertos que activaran la circulación interior de mercancías y la defensa militar del país, trasladando tropas de un lado a otro, al modo francés. Esta preocupación estuvo presente tanto en los nuevos arbitristas como en los políticos que, en las décadas de los 40 y 50, consiguieron finalmente reorganizar el Estado, dotarlo nuevamente de fuerza, y diseñar los proyectos que fueron el origen de las acciones reformistas de la segunda mitad de siglo.

Así, el navarro Jerónimo Uztáriz Hermiagua, cuya *Theórica y práctica de comercio y de marina* (1724) es una de las mejores expresiones del reformismo primisecular, defendía la realización de obras que hicieran navegable el Ebro para el suministro de la marina y el ejército, que se pretendían reconstruir, y secundariamente para fomentar el comercio interior⁴. Uztáriz, que había servido al rey en Flandes antes de la guerra de Sucesión, conocía bien la situación en Europa y había obtenido el título de ingeniero por la todavía española Real Academia Militar de Bruselas, la más prestigiosa del continente. Allí tuvo por compañero al flamenco Jorge Próspero Verboom⁵, quien luego fue ingeniero al servicio del rey español.

La ordenación del territorio no era, sin embargo, el eje central en una obra como la de Uztáriz, orientada a analizar las causas del desequilibrio de la balanza comercial española. Pero el planteamiento es importante porque no estaba alejado de unas ideas que podían ser aceptadas de buen grado por el monarca, y por la influencia doctrinal que tuvo el autor. Uztáriz llegó a ser secretario privado del rey, miembro destacado de la red social de los navarros en Madrid⁶, de organismos como las Secretarías del Despacho de Guerra y de Hacienda y de una entidad fundamental, la Real Junta General de Comercio, que dependía de la segunda secretaría citada⁷.

⁴ G. UZTÁRIZ, 1724, p. 218.

⁵ Uztáriz utilizó en su obra muchos datos proporcionados por Verboom. Véase R. FERNÁNDEZ DURÁN, 1999, pp. 18-19, y FICHOZ, n.º 007268.

⁶ Sobre el grupo, véase G. PÉREZ SARRIÓN, 2005.

⁷ Según datos de FICHOZ, n.º 006042. En febrero de 1702, el recién llegado Felipe V, para despachar todos los asuntos de gobierno, creó una "vía reservada" que no pasaba por el filtro de los consejos tradicionales, consistente en un Consejo de Gabinete o Consejo de Despacho, al que dotó primero de un secretario que estaba al frente de una secretaría del Despacho (Universal) que luego dividió en dos, cuatro y hasta cinco o seis: Estado, Guerra, Hacienda, Indias, Marina y Gracia y Justicia. El Consejo de Gabinete o de Despacho desapareció en 1714 pero las secretarías siguieron durante todo el siglo, ya sin la cobertura del Consejo de Gabinete. Todo, según el importante artículo de J. P. DEDIEU, 2000. De ahí el nombre de Secretaría o secretario del Despacho, en este caso de Hacienda.

Poco después otro ilustrado, el sevillano Bernardo Ulloa (1682-1752), admirador de la obra de Uztáriz, al hacer en 1740 un largo análisis de las causas de la decadencia de las manufacturas españolas, las atribuía a casi los mismos factores: la heterogénea presión fiscal de las alcabalas, el desorden aduanero exterior y «la desigualdad de precios en los abastos», es decir, la escasa articulación del mercado interior. Todo esto venía causado, según él, por la desorganizada diversidad de impuestos sobre los productos transportados, la falta de caminos y posadas acondicionados, y la inexistencia de canales que abarataran los intercambios, como sucedía en Europa⁸. La solución era construir caminos, canalizar ríos y crear canales, emulando los de China y sobre todo Francia, cuyo Canal de Languedoc, que comunicaba ambos mares, era uno de los modelos a imitar en técnica y diseño. Para ello los intendentes remitirían la información necesaria a una Secretaría de la Intendencia de Caminos y Tráfico y, a través suyo, a la Real Junta General de Comercio, para que ésta dispusiera las obras que realizar⁹. No hay ya referencia a su posible valor militar: la propuesta se dirigía exclusivamente a impulsar los intercambios comerciales.

Una década después, algunos de estos propósitos empezaron a estar encauzados en las manos de quien por varios años fue el político más poderoso de España, Zenón de Somodevilla, marqués de la Ensenada, que en su principal representación al rey de 1751 sobre la política a seguir por la monarquía expresaba que la construcción de caminos y canales era un objetivo político importante, orientado sobre todo a la articulación del mercado interior y no tanto a intereses militares, y que debía tomar como modelo de referencia la Francia de Luis XIV, cuyas pautas tan bien habían sido definidas por Vauban¹⁰.

Por entonces el rey encargó a un irlandés a su servicio, Bernardo Ward, viajar por toda Europa buscando modelos de actuación. El resultado fue una obra titulada *Proyecto económico* (1762). Ward proponía el diseño de seis carreteras que comunicarían Madrid con el norte, Barcelona, Alicante, Cádiz, Badajoz y La Coruña¹¹, en un traspaso anticipado de lo que sería la red radial de carreteras del siglo XX.

Entre 1715 y aproximadamente 1750 los gobernantes al servicio de Felipe V y Fernando VI impulsaron reformas en actividades básicas como la marina, la deuda, las aduanas, las manufacturas, la gestión tributaria y la propia Administración del rey, de tal modo que a mediados de siglo el Estado borbónico contaba ya con un poder ejecutivo notablemente mayor que a principios de siglo. Esto permitió poner en marcha las formulaciones planteadas por los doctrinarios de la primera mitad de la centuria.

⁸ B. ULLOA, 1740, pp. 22-78.

⁹ B. ULLOA, 1740, pp. 50-58.

¹⁰ Marqués de la ENSENADA, 1751, pp. 100-101.

¹¹ B. WARD, 1762. Ward fue el maestro de Rodríguez Campomanes, y ya en el siglo XVIII se le acusó de que amplias partes de su libro, si no todo, habían sido tomadas de la obra de otro prestigioso doctrinario, el intendente José Campillo. Sobre esto, véase J. L. CASTELLANO, 2000.

El momento más interesante es el período de gobierno de Ensenada (1743-1754), que llegó a acumular las Secretarías del Despacho de Marina, Indias, Guerra y Hacienda. Con él se promulgó la ordenanza de intendentes de 8-X-1749, reiterando disposiciones establecidas en la primera, de 1718¹². Esta ordenanza les atribuía la promoción y mantenimiento de caminos, canales y artefactos industriales. En la Corte, los planes de construcción de canales fueron responsabilidad de Ensenada: tras su caída, por lo menos el Canal de Castilla pasó a depender de la Secretaría del Despacho de Hacienda, y hay razones para pensar que también los otros proyectos que hubiera. Carlos III, rey desde 1759, tomó en 1761 una importante decisión: al recién nombrado para la secretaría citada, el italiano Leopoldo Gregorio, marqués de Squilache (1701-1785)¹³, le añadió el nuevo cargo de superintendente general de Caminos, al que quedó asignada la construcción del Canal de Castilla, entonces ya en marcha. No obstante, esta vía no fue la única: el Canal Imperial y la Acequia Real del Júcar fueron impulsados y controlados desde el Consejo de Castilla. En cualquier caso, la coyuntura política cambió bastante en quince años. Dentro de la citada Secretaría, un Real Decreto de 20-XII-1776 delimitó aún más las competencias al crear la Real Junta de Correos y Postas como órgano gubernativo y tribunal supremo para todo lo referente a caminos, canales, albergues, correos y estafetas, presidida por el secretario del Despacho de Hacienda, en tanto que superintendente general de Correos y Postas¹⁴. Al año siguiente, el organismo pasó de Hacienda al secretario del Despacho de Estado, cargo para el que había sido nombrado el conde de Floridablanca, y ya no se movió de allí.

La política hidráulica desarrollada por Ensenada y sus sucesores contempló obras para comunicar el océano Atlántico y el mar Cantábrico con Mediterráneo por el interior, a través del futuro Canal de Castilla y otros, y el Cantábrico con el Mediterráneo a través del Canal Imperial de Aragón, el Canal de Amposta a San Carlos de la Rápita y el río Ebro. Las dificultades técnicas, la descoordinación, la falta de financiación y la imposibilidad de disponer de agua suficiente para obras así condujeron a esta política al fracaso, que, sin embargo, se trató de llevar a cabo con vigor, y trajo como fruto algunas de las construcciones más espectaculares del siglo. La única forma de tener una idea concreta de cómo se desarrollaron estos proyectos es analizar con cierto detalle algunos de ellos, para lo que se han elegido tres: un canal de navegación, el Canal de Castilla; un canal mixto de navegación y riego, el Canal Imperial de Aragón; y una obra de regadío de cierta extensión, la Acequia Real del Júcar. Merecen un examen detenido porque son obras importantes y se dispone de información abundante sobre ellas. Sus similitudes y diferencias permitirán perfilar más eso que llamamos política de

¹² *Novísima...*, 1806, lib. VII, tít. XI, leyes XXIII y XXIV, III, pp. 336-343.

¹³ Que había ocupado el mismo cargo en el Reino de Nápoles hasta que en 1759 Carlos III pasó a ser rey de España; *FICHOZ*, n.º 000345.

¹⁴ La Real Ordenanza de Correos no se promulgó hasta 1794; *Novísima...*, 1806, lib. III, tít. XIII, leyes I a III, II, pp. 99-102.

obras públicas hidráulicas, y concluir algo sobre hasta qué punto el término es aplicable y describe lo que realmente hicieron los ilustrados españoles.

II

CANALES DE NAVEGACIÓN. EL CANAL DE CASTILLA

El Canal de Castilla, eje de la política hidráulica en la región durante el siglo XVIII¹⁵, en realidad comprende el conjunto de canales de la meseta norcastellana, y es el primer caso a considerar. Los planes de los ilustrados lo abordaron desde el principio: en 1753 el sevillano Antonio Ulloa Torre Giral escribió un *Proyecto General de los Canales de Navegación y Riego para los reinos de Castilla y León*¹⁶. Cuando el autor lo redactó y publicó, contaba con el apoyo del marqués de la Ensenada, que dio su aprobación.

El plan de 1753 constaba de tres obras: un camino (17 km) que permitiera el paso de carretas por el puerto de Guadarrama hasta El Espinar, unos 40 km al sur de Segovia; una red de canales en Castilla cuyos dos tramos principales, con dirección nortesur, habían de unir El Espinar con la villa de Reinosa, en Santander; y otro camino carretero de Reinosa al puerto de Santander (71 km). Estaba orientado a organizar el territorio para estimular el crecimiento económico, como ha demostrado Sambri-
cio¹⁷.

Para construir un sistema de canales interiores como el que se describe había varios argumentos poderosos. El primero era Madrid: su abasto de granos era cuestión política de primer orden, y la combinación del camino de Guadarrama (carretas) más un canal (barcazas) garantizaría el transporte de los trigos norcastellanos a la Corte con costes bajos. El segundo era la articulación de la región: asegurar la salida al mar de sus productos (granos y lana), combinando el transporte por canal hasta cerca de Reinosa y con carretas hasta Santander.

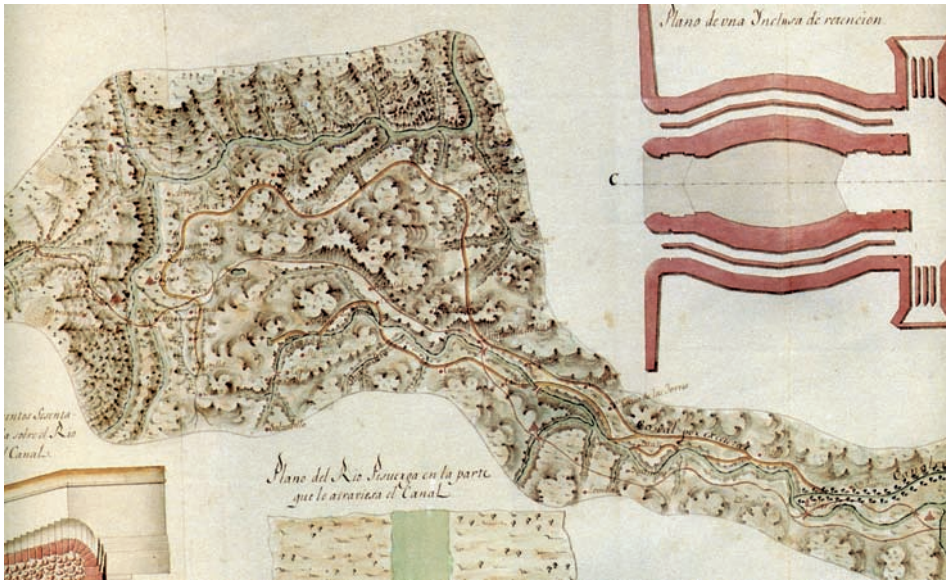
El proyecto inicial fue obra de Carlos Lemaury (1725-1785), ingeniero militar francés traído expresamente de París por Antonio Ulloa por encargo de Ensenada, que realizó varios proyectos al servicio de los monarcas españoles¹⁸. Ulloa, en su viaje a

¹⁵ J. HELGUERA, 1988, pp. 17-102. Salvo otra indicación, los datos sobre los Canales de Castilla se toman de esta fuente fundamental.

¹⁶ Ulloa, militar teniente de navío desde 1735, que había recibido una amplia formación en matemáticas y astronomía, fue uno de los científicos más importantes de la Ilustración y, de hecho, actuó al servicio del rey como ingeniero en muchas otras ocasiones. Numerosos datos, en *FICHOZ*, n.º 000822.

¹⁷ Más detalles sobre esta cuestión, fundamental a la hora de valorar la política de obras públicas de la Ilustración, en SAMBRICIO, 1986a, pp. 39-58; 1986b, pp. 13-38; y 1991.

¹⁸ Más datos, en *FICHOZ*, n.º 004135.



9.1. Extremo norte del Canal de Castilla, 1806. (Fuente: Juan de Homar, *El Canal de Castilla*. Cartografía de un proyecto ilustrado, estudio preliminar de Juan Helguera Quijada, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid, 1992, s. p.) Detalle del mapa firmado por el ingeniero Juan de Homar en 22-XII-1806. Muestra al sur (lado derecho) la línea arbolada del nacimiento del canal construido, y al norte (lado izquierdo), con un triángulo rojo, Reinosa, sobre el río Ebro. Entre ambos una línea roja delgada marca el camino carretero de Castilla a Santander y dos líneas en rojo anaranjado los trazados que alargarían el canal hasta su destino original, Reinosa, por donde había de conectarse con la navegación del Ebro, el camino a Santander y el mar Cantábrico.

Francia, había quedado impresionado por el sistema francés que enlazaba los ríos Sena, Ródano, Loira y Garona mediante los canales de Languedoc, Orleans y Briare, comunicando los dos mares. Estas vías comunicaban ríos navegables; España, como apenas tenía ríos así, debería emprender más la construcción de canales y menos la canalización de los cursos fluviales, en opinión de Ulloa.

Entre noviembre de 1751 y octubre de 1752, Carlos Lemaury elaboró y entregó a Ensenada los proyectos del Canal de Campos y del Canal del Pisuerga, luego finalmente llamado Canal del Norte, con 15 esclusas y un gran acueducto de 26 arcos, y presupuestos de 3 y 3,1 millones de reales de vellón, respectivamente. Se trataba de proyectos específicamente para canales de navegación. Casi a continuación, en noviembre, el propio Lemaury volvió a presentarlos a Ensenada incluyendo canales de navegación y riego. Para ello modificaba los trazados, preveía una importante presa y embalse en Congosto, sobre el Pisuerga, y alargaba considerablemente el Canal de Campos, que pasaba de 55.000 a 80.000 varas de longitud, para regar amplias superficies mesetarias, con el resultado de 28 esclusas más y un presupuesto de 4,7 millones de reales. Estaba previsto que al Canal de Campos se le añadieran después los llama-

dos canales de León y Zamora (que nunca llegarían a tener proyecto de obras definitivo) para llevar el agua también a estas dos provincias. En resumen, era una auténtica red de canales de navegación y riego que abarcaba amplias zonas de lo que hoy es la comunidad autónoma de Castilla y León.

Al plan de noviembre de 1752 le faltaba aún el enlace entre el río Duero y el camino de Guadarrama. Entre enero y abril de 1753 Carlos Lemaury hizo las primeras mediciones y un esbozo del nuevo Canal de Segovia o del Duero a Segovia, que pasaba por esta ciudad y llegaba hasta El Espinar, donde acababa el camino carretero del Guadarrama. No tenemos datos sobre si era exclusivamente de navegación, como parece muy probable.

Todo indica que Lemaury, en realidad, hizo sus trabajos para Antonio Ulloa, que por lo menos desde mediados de 1752 fue el encargado por Ensenada de coordinar el proyecto general. En cualquier caso, el resultado fue que el sevillano, a mediados de 1753, con la información de Lemaury, elaboró y presentó a Ensenada un *Proyecto General de los Canales de Navegación y Riego para los Reinos de Castilla y León*¹⁹ que sería la referencia de los gobiernos ilustrados para el medio siglo siguiente. El plan comprendía cuatro canales. El primero era el finalmente llamado Canal del Norte: había de empezar en Olea, unos 6 km al suroeste de Reinosa (pero luego empezó en Alar del Rey, unos 40 km al sur), y enlazaba hacia el norte con el nuevo camino carretero de Reinosa al puerto de Santander. Este canal, que seguía dirección sur, saltaba de la cuenca del Pisuegra a la del Arlanza, y en ésta, en el lugar de Grijota, se bifurcaba en dos. El segundo canal, el de Campos, se dirigía hacia el suroeste y había de morir en plena Tierra de Campos, en Medina de Rioseco (aunque no llegó hasta allí). El tercer canal, con el tiempo denominado Canal del Sur, continuaba en esta dirección acompañando a los ríos Arlanza y Pisuegra; pasaba por Palencia y Valladolid y, apenas dejada atrás esta ciudad, desembocaba en el segundo río citado, muy poco antes de su confluencia con el Duero.

Debió de considerarse que el final del río Arlanza y por lo menos un pequeño tramo del Duero habían de ser navegables. Unos pocos kilómetros aguas abajo, tras el punto de unión de ambos ríos, embocaría el cuarto canal, el de Segovia (que nunca se construyó), para comunicar los demás con el camino de Guadarrama. El cauce remontaba las vegas de dos afluentes de la margen izquierda, el Adaja y el Eresma, en dirección sureste, para acabar en Segovia, unos 40 km al norte de El Espinar, donde empezaba el camino carretero.

En resumen, el proyecto de Ulloa, tal como quedó, no llegó a incluir todas las propuestas de Lemaury: faltaban los canales a León y Zamora, y el Canal de Segovia no

¹⁹ Nos basamos en las referencias que da HELGUERA, 1988, pp. 30-33, quien no indica si el documento es, como supongo, manuscrito, ni dónde está; probablemente, en el Archivo del Canal de Castilla, el Archivo Histórico Nacional o el Servicio Histórico Militar.

llegaba a El Espinar²⁰. Sin embargo, evidencia que el plan encargado por Ensenada, unido a los proyectos de caminos carreteros Santander-Reinosa y El Espinar-Guadarrama, comprendía ya tres objetivos: dar salida al mar a los trigos castellanos, acercarlos a Madrid y regar amplias superficies trigueras meseteñas.

No puede menos que sorprender lo general de un plan que al interés comercial añadía el interés social de un regadío que, por lo demás, nunca llegaría a hacerse en el período considerado (sí en el siglo XIX). Y la importancia de estos canales era aún mayor si nos atenemos a ciertas consideraciones geográficas. Reinosa está situada cerca del nacimiento del Ebro, y, por tanto, el sistema Canal de Castilla-camino carretero a Santander podía comunicar no sólo la meseta norte con el Cantábrico sino también ambos con la cuenca del Ebro, si éste pudiera hacerse navegable. Con toda probabilidad, Ensenada o trazó planes para enlazar ambas vías naturales o asumió propuestas de otros en ese sentido. En 1738-1739 un ingeniero militar aragonés, Bernardo Lana (1690-1763), con la ayuda de otro colega quizás francés, Juan Rodolfi o Rodolfe²¹, había presentado ya un plan de obras para conseguir la navegabilidad del Ebro desde Zaragoza al Mediterráneo, probablemente por encargo del conde de Aranda. Lana también había presentado un proyecto de reforma del regadío de Lérida mediante un nuevo Canal de Urgel, en Cataluña, en 1750²². Poco después de haberse elaborado el plan del Canal de Castilla (1749-1753), en 1756, los mismos Bernardo Lana y Juan Rodolfe estuvieron haciendo mediciones para reformar la vieja Acequia Imperial de Aragón (aproximadamente, entre Tudela y Zaragoza), alargándola unos 20 km hasta Fuentes de Ebro; y en 1757 otro ingeniero, Carlos Witte, realizó otro proyecto a partir de los de Lana y Rodolfe²³.

Todos estos datos prueban que en esos años se estaban trazando planes generales de navegación y regadío a la vez en la meseta castellana y en el valle del Ebro y que, por razones geográficas, la zona de Santander era la clave y punto de unión del interior castellano, el valle del Ebro y el Cantábrico, a través del camino de Reinosa a Santander. De ahí la importancia estratégica que Santander debió de tener para los ilustrados.

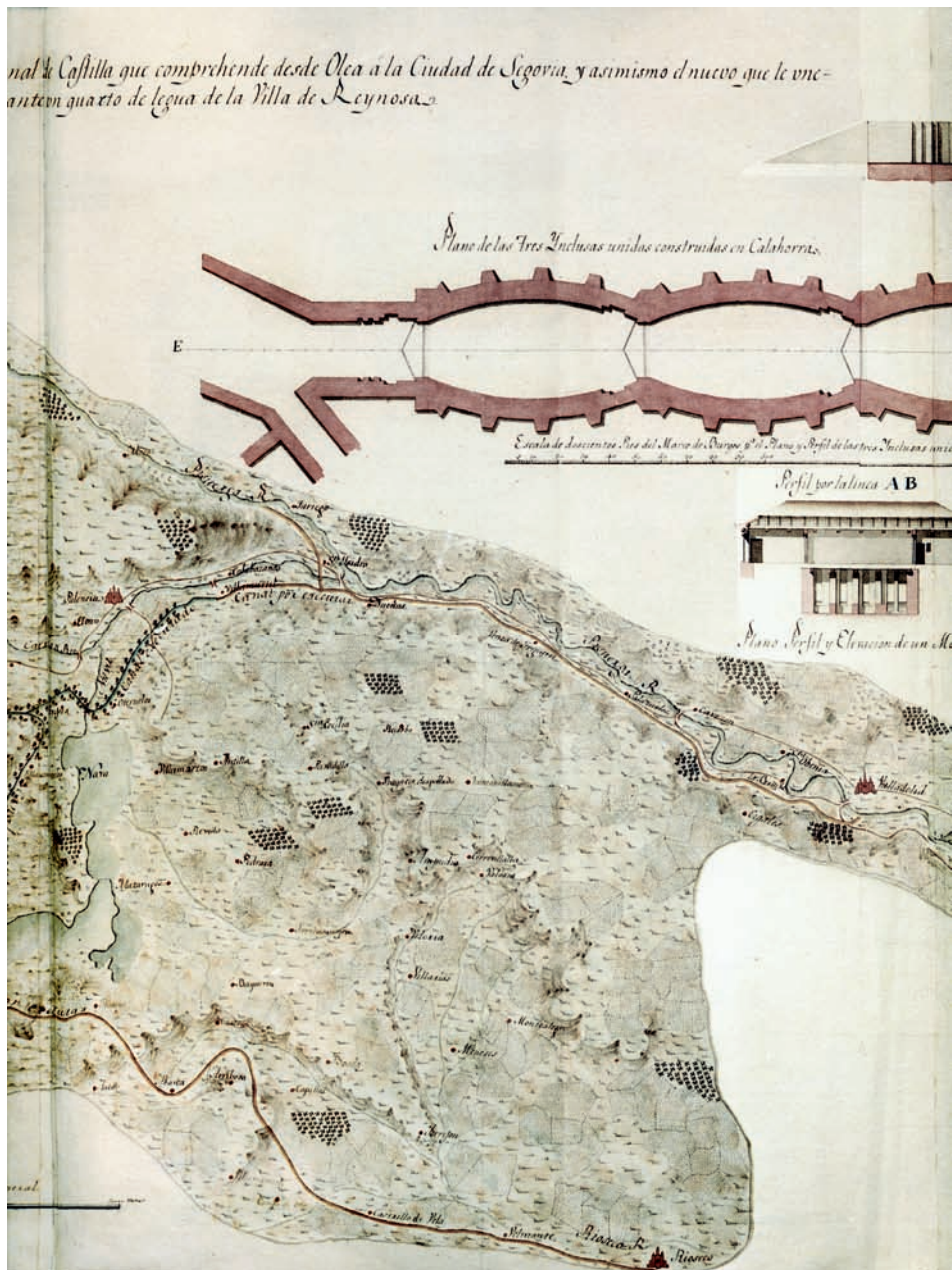
Las obras del Canal de Campos, el primero que se emprendió, empezaron el 16 de julio de 1753 y duraron hasta noviembre de 1754, según instrucciones de construcción de Antonio de Ulloa (de 25 de agosto de ese año) y ejecución de Carlos Lemaur. Se preveía un canal con 10 varas de ancho a ras de agua (para que se pudieran cruzar dos barcas de 50 varas), 20 pies en el fondo (con declives muy suaves para evitar aterrazamientos) y 2 varas de profundidad mínima (para la navegación; con más profundidad en las zonas de más riego). Se llegaron a emplear, en octubre de 1753, hasta 1.500 cam-

²⁰ Una reproducción del plano original, apenas legible, en J. HELGUERA, 1988, pp. 30-31.

²¹ Al menos casó con una mujer francesa, María Bousière; *FICHOZ*, n.º 003763.

²² Estos datos sobre Lana se toman de *FICHOZ*, n.º 004118.

²³ Más detalles, en G. PÉREZ SARRIÓN, 1975, pp. 41-44, y 1984. Véase también H. CAPEL, 1983.



9.2. Extremo sur del Canal de Castilla, 1806. (Fuente: Juan de Homar, El Canal de Castilla..., Madrid, 1992.) La línea arbolada de la izquierda muestra el extremo sur del canal construido, junto a él un triángulo rojo señala la ciudad de Palencia. Un poco antes se ve la bifurcación del canal en dos, y el embalse de La Nava, de recarga. Dos trazados en rojo anaranjado muestran las prolongaciones respectivas, aún en proyecto, hacia Valladolid (parte derecha del mapa) y Medina de Rioseco (parte inferior). En el centro del dibujo, una extensa zona agrícola ocupada por numerosos sembrados y algunas parcelas arboladas testimonian el efecto de la expansión agrícola de la centuria, que aún no llegó a ocupar todo el territorio cultivable.

pesinos jornaleros, alojados en campamentos custodiados por unas decenas de soldados. Debido a su pobreza no podían trabajar a destajo cobrando al final de un tramo, sino que habían de percibir el sueldo diario, por lo que se les pagó un anticipo de 2,5 reales de vellón por día de trabajo, luego reducido a dos reales y luego a sólo pan más una paga semanal, a liquidar al final del tramo construido. El Canal de Campos había de tener una longitud de unas 80.000 varas longitudinales, pero efectivamente se construyeron 14.000 en este período²⁴. El coste estimado del tramo era 4,7 millones de reales de vellón. Era el más simple, casi todo mera excavación; por eso, su importe era bajo. Pero empezar por esta parte fue un gran error económico, porque si no se construían los otros canales, el que quedaba hecho iba de la nada a ninguna parte: ni daba salida a las mercancías hacia el norte marítimo, ni las acercaba a Madrid.

La relación entre Lemaur y Ulloa no estuvo exenta de tensiones. A principios de 1754 este último decidió modificar el proyecto aumentando la profundidad del cauce de 6 a 10 pies para asegurar la navegación, lo que elevó el coste presupuestado en casi un millón de reales de vellón. Ensenada fue cesado el 20 de julio de ese año y como consecuencia la obra se paró unos meses después, en noviembre, sin llegar a su objetivo por el oeste.

Entre 1754 y 1758 el proyecto se paralizó. Dimitió Antonio Ulloa, fue cesado Carlos Lemaur –ambos siguieron colaborando con el gobierno–, y, mediando informes de Antonio Ulloa de diciembre de 1754 y de una comisión²⁵ formada para decidir sobre la cuestión (marzo de 1758), se decidió continuar las obras, dejando el tramo construido del Canal de Campos y empezando el Canal del Norte. Se iniciaba una etapa en la que parece que todo dependía ya del secretario del Despacho de Hacienda²⁶. Durante apenas un año (1755-1756) los responsables del proyecto del Canal del Norte fueron, como superintendente general, Juan de Miranda Oquendo, hasta entonces fiscal de la Real Chancillería de Valladolid y, como tal, juez privativo del proyecto; y como ingeniero jefe, otro militar, el capitán Silvestre Abarca. Ambos fueron sustituidos en 1756 por Francisco Ibarrola como delegado de la Secretaría del Despacho de Hacienda y por Fernando Ulloa, hermano de Antonio Ulloa, como ingeniero jefe, este último ayudado por los tres ingenieros que ya habían trabajado allí con Lemaur y Ulloa: Joaquín Casaviella, Juan Courtroy y Jorge Próspero Sicre²⁷. El presupuesto de la obra era de unos 30 millones de reales de vellón.

²⁴ J. HELGUERA, 1988, pp. 33-46.

²⁵ Compuesta, entre otros, por los ingenieros Juan Martín Cermeño, Pedro Lucuce y, como asesores, Fernando Ulloa, hermano de Antonio Ulloa, y Carlos Lemaur. Todo, según J. HELGUERA, 1988, pp. 46-52.

²⁶ Entonces era “el conde de Valparaíso” (J. HELGUERA, 1988, p. 47). Puede que fueran Cristóbal Valda Andía, marqués de Valparaíso (*FICHOZ*, n.º 025012), o Miguel San Mateo Zaldívar, conde de Valparaíso (*FICHOZ*, n.º 009891).

²⁷ Jorge Próspero Sicre Béjar, quien en 1761 pasó a ser director de la Acequia Imperial de Aragón; *FICHOZ*, n.º 000774.

El trazado del Canal del Norte, cuya construcción fue iniciada por instrucción del secretario del Despacho de Hacienda de julio de 1758, era mucho más complicado y caro porque tenía numerosos acueductos, minas (túneles) y esclusas. La obra no se acabó hasta 1791. El Canal del Norte era el que daba salida a Reinosa y el mar, y, si no se acababa, los granos de la meseta castellana, incluidos los que se transportaban por los otros dos tramos, no llegaban hasta allí por canal: esto quiere decir que en las tres décadas previas a la Revolución francesa, cuando había crecimiento económico y las condiciones políticas eran buenas, el Canal de Campos y todo el sistema fueron obras casi inútiles. La razón de la demora fue la insuficiente dotación económica. No tenemos información precisa sobre los costes efectivos del Canal, pero sabemos que los cuatro tramos finalmente proyectados y presupuestados durante esos 33 años comprendían unas 213.000 varas de longitud y se estimó que costarían respectivamente 8,8, 5,4, 15,6 y 8,7 millones de reales de vellón; en total, 38,5 millones. Si tenemos en cuenta la inflación, la cifra no se desviaba mucho de la prevista en 1756²⁸.

Las obras se hicieron a impulsos irregulares, en función de la disponibilidad presupuestaria, y en tiempo tan extenso los ingenieros que intervinieron en ellas fueron bastantes, debiendo mencionarse al mariscal de campo Antonio Flobert (probablemente francés, Antoine Flaubert), el coronel español de origen flamenco Carlos Witte Pau (1761) y el ingeniero italiano Francisco Sabatini Giuliani (1775). Después de tres décadas de dedicación, en julio de 1776 el ingeniero jefe y director de las obras del canal, Fernando Ulloa, se jubiló, siendo sustituido por su ayudante desde 1766, el también coronel Juan Homar²⁹, cuyos planos han sido editados recientemente³⁰.

Tenemos pocos datos sobre qué ingresos económicos se utilizaron para financiar la obra. El Estado nunca encontró dinero suficiente para construirla en un plazo razonable. En 1759 asignó una dotación de 80.000 reales de vellón mensuales tomados de la renta del tabaco de Castilla, lo que suponía aproximadamente un millón por año, lo que permite suponer que con tal dotación la construcción duraría no menos de 30 años. En 1775, a propuesta de Sabatini, se aprobó una dotación de 200.000 reales al mes, en total 2,5 millones por año, que había de mantenerse entre 1776 y 1780; pero el aumento de los gastos militares por la amenaza de guerra contra Inglaterra obligó a reducirla, y en 1779 ya había vuelto a ser de 80.000 reales de vellón por mes. Entre 1786 y 1791, a los aproximadamente dos millares de obreros que trabajaban en las obras se añadieron 2.000 soldados del Regimiento de América, supuestamente sin sueldo complementario; sólo así, con mano de obra extra no remunerada, se acabó el

²⁸ J. HELGUERA, 1988, pp. 52-60.

²⁹ Quien ya en 1744 aparece participando en los proyectos de los Canales de Castilla; *FICHOZ*, n.º 029690.

³⁰ Véase J. HOMAR, 1992.

canal, que enlazó con el Canal de Campos el 10 de agosto de 1791³¹. La navegación comercial no empezó hasta el año siguiente. La Revolución francesa, con su cortejo de inestabilidad política, gastos militares y patriotismo antifrancés, se había producido hacía tres. Los tiempos buenos habían pasado.

A partir de 1786, en vez de continuar el Canal del Norte hacia Reinosa, Floridablanca decidió emprender el Canal del Sur. Un nuevo director, Juan Homar, hizo un proyecto modesto que lo llevaba tan sólo a Valladolid, con una longitud prevista de unas 67.000 varas y presupuesto de 13 millones de reales de vellón. Se iniciaron las obras en 1792 con la misma dotación de 200.000 reales por mes (unos 2,5 millones por año), que sólo en algún momento a final de siglo (1796) llegó a 3,4 millones. El caso es que hasta 1800 sólo se construyeron aproximadamente unas 22.000 varas, la tercera parte, llevando el agua a las proximidades de Palencia. Entre ese año y 1802, la Real Hacienda empezó a colapsarse y las obras se interrumpieron definitivamente entre 1802 y 1804³².

El Canal de Castilla no se acabó. El proyecto completo formaba una estrella de tres brazos, dos orientados aproximadamente en dirección norte-sur y otro en dirección oeste. El brazo sur se prolongaba más allá del Duero, hacia Segovia y la sierra de Guadarrama. De este conjunto sólo se construyó el corazón: ni el brazo norte llegó hasta casi Reinosa, ni el oeste lo hizo hasta Medina de Rioseco (y mucho menos las acequias, que lo extendían aún más), ni el sur alcanzó el Duero. Los proyectos finales comprendían unas 320.000 varas de longitud, de las que se construyeron sólo 146.000, el 45% de lo previsto en los proyectos hechos, que no abarcaban todo el sistema³³. La causa, según datos y conclusión de Helguera, que suscribo, fue la insuficiente financiación³⁴.

Madoz, a mediados del siglo XIX, estimó el coste total de lo construido en 64 millones de reales de vellón. El gasto real fue superior. Según Helguera³⁵, expresado en millones de reales de vellón:

| Período | Canal | Coste aproximado | Inversión anual media |
|-----------|--------------|------------------|-----------------------|
| 1753-1757 | De Campos | 6,9 | 1,38 |
| 1759-1791 | Del Norte | 48,8 | 1,46 |
| 1792-1803 | Del Sur | 28 | 2,54 |
| 1753-1803 | <i>Total</i> | 83,4 | 1,66 |

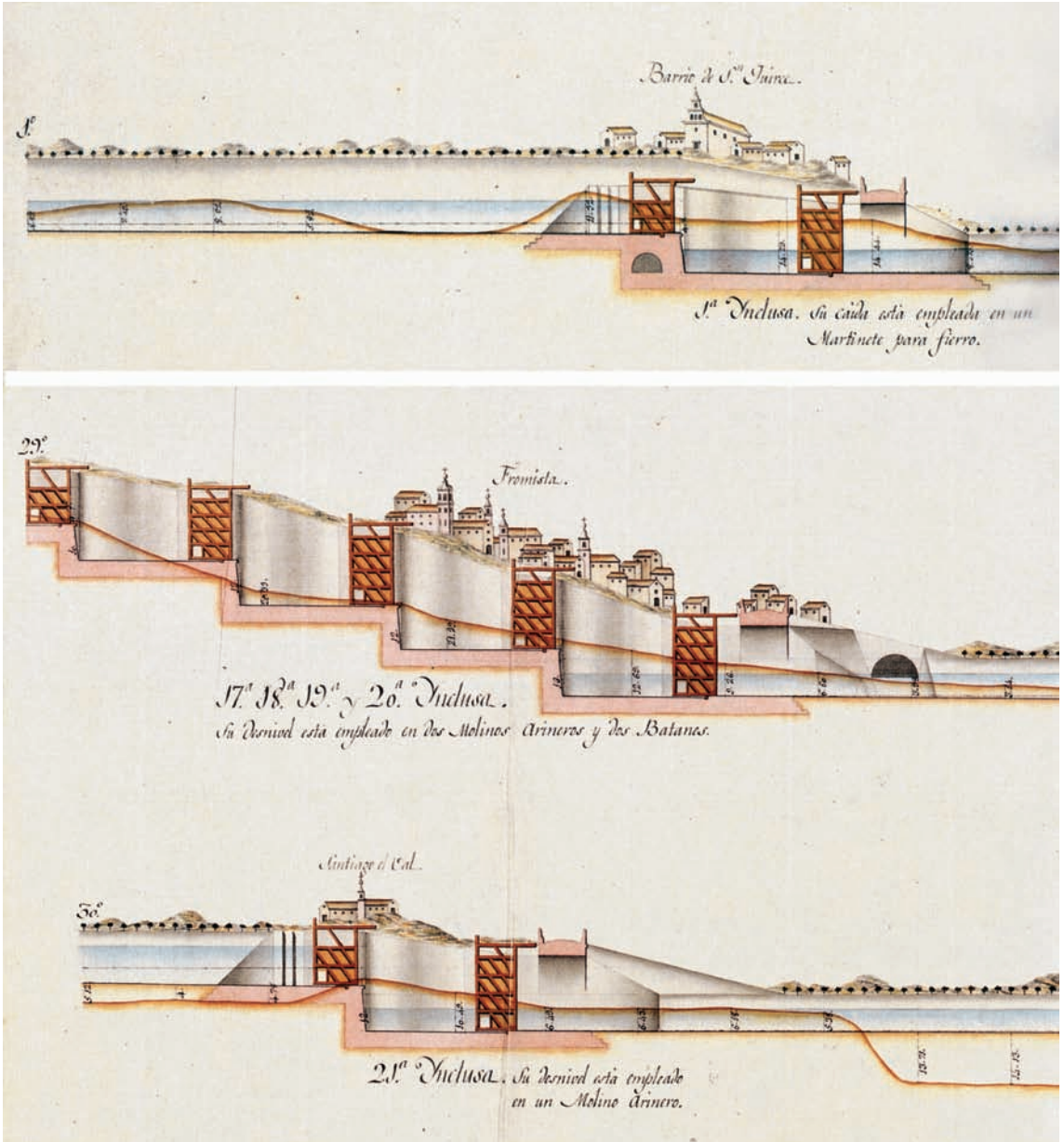
³¹ Los datos sobre este canal, salvo que se diga otra cosa, han sido tomados de la obra fundamental de J. HELGUERA, 1988, pp. 53-60.

³² Los datos, de J. HELGUERA, 1988, pp. 60-64.

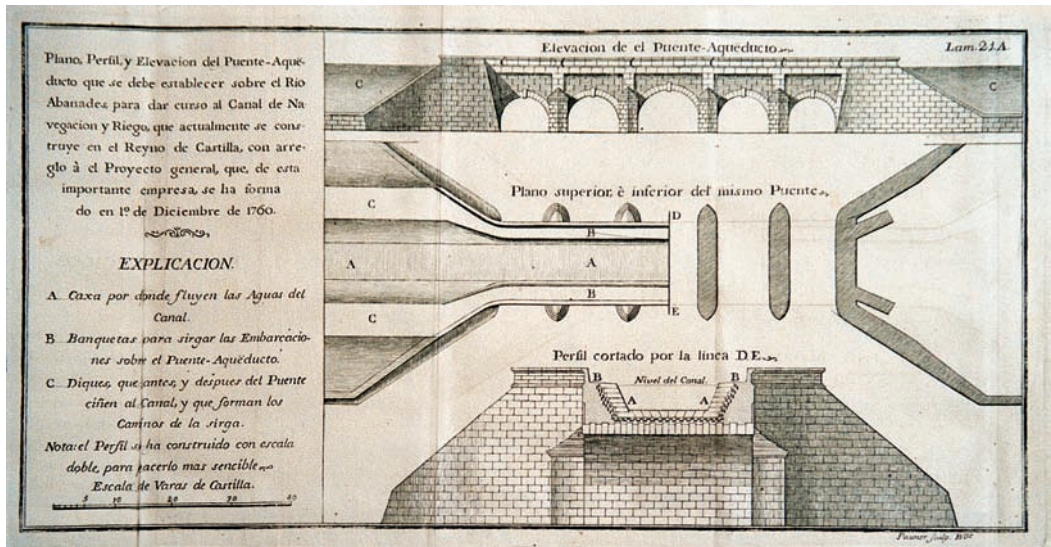
³³ El análisis de las obras de ingeniería finalmente construidas en el Canal de Castilla puede verse con detalle en GARCÍA TAPIA, 1988, pp. 161-195.

³⁴ HELGUERA, 1988, pp. 65-78.

³⁵ Según los datos proporcionados por HELGUERA, 1988, pp. 65-78.



9.3. Manufacturas del Canal de Castilla, 1806. (Fuente: Juan de Homar, El Canal de Castilla..., Madrid, 1992.) Aunque el canal se construyó para navegación y riego, los saltos de agua de las esclusas proveyeron de energía hidráulica ciertas manufacturas. Arriba, el salto de la esclusa número 1 se empleó para el martinete de una ferrería; en el centro y abajo, los de las esclusas 17 a 21 movieron molinos harineros y dos batanes textiles.



9.4. Proyecto de acueducto en el Canal de Castilla, 1760. (Fuente: Miguel Sánchez Taramas, *Tratado de fortificación...*, 1769.) El canal, como otros, hizo necesario construir numerosos puentes, trincheras, almenaras, acueductos y otras obras de ingeniería. Éste es un plano de frente, de perfil y elevación del proyecto de acueducto sobre el río Abadanes, en el Canal del Norte, fechado en diciembre de 1760 (Fondo de la RSE Aragonesa, Zaragoza; fot.: M.S.S.).

El proyecto es el caso más ilustrativo de intervención directa del Estado. Se emprendió con rentas del rey procedentes de la región, fue dirigido y realizado por militares servidores reales, la construcción parece que se contrató con campesinos obreros y en ningún momento se recurrió a arrendamientos, asientos o financiación exterior. El dinero provino sólo de la tesorería de la renta del tabaco, por fondos recaudados en las provincias de Valladolid y Palencia. El estanco del tabaco había sido creado por la Real Hacienda en 1636 y fue dado en arriendo hasta 1701, año en que la Real Hacienda asumió la administración central aunque siguió arrendando las provinciales. En 1731 pasó a administrar también las tesorerías provinciales³⁶ de la que desde entonces sería una de las rentas más saneadas de la monarquía.

Lamentablemente, los datos que tenemos sobre el interés social del proyecto y sus repercusiones en la economía regional son pocos. No sabemos nada sobre los conflictos que pudieron suscitar las extensas expropiaciones de tierras para el cauce. En cuanto al uso del agua para regadío, las actuaciones, en lo poco que conocemos, fueron mínimas. La navegación comercial, por razones obvias, no pudo empezar hasta 1791, cuando se unieron los canales de Campos y del Norte; el canal del Sur no llegaría a Valladolid hasta 1836, y el de Campos a Medina de Rioseco, hasta 1849. Los usos industriales para aprovechar la fuerza de los saltos de agua de las esclusas no habían sido considerados en el proyecto inicial: sin embargo, fueron los únicos que tuvieron cierto éxito, aunque ya en la última década del siglo XVIII. Se construyeron

³⁶ Sobre todo ello véase R. ESCOBEDO, 2005.

catorce molinos harineros, cuatro batanes de paños, cuatro fábricas metalúrgicas militares con martinets hidráulicos, un batán de antes y curtidos, un molino de papel y una gran fábrica de harinas. Casi todo fue iniciativa del Estado. En buena parte fueron estos establecimientos manufactureros los que dieron lugar a once nuevos asentamientos, todos muy pequeños, algunos de los cuales ni siquiera llegaron a poblarse³⁷.

En resumen, la repercusión económica del proyecto antes de 1790 fue mínima. Lo más relevante fue que durante tres décadas largas se pagaron miles de jornales a las capas más bajas del campesinado, lo que proporcionó trabajo y debió de incrementar el consumo a nivel local. Que sepamos, no hubo reforma agraria alguna, sea cual sea el significado que queramos dar a esta expresión. En cuanto a la navegación y la instalación de industrias, empezaron demasiado tarde.

El Canal de Castilla formaba parte de un proyecto aún más amplio soñado por los ilustrados, que nunca se realizaría: como parte de todo un sistema de navegación de la España interior, se complementaría con otra red de canales que cubriría también la meseta surcastellana. Vale la pena decir algo sobre esto.

Esta red era tan grande como la del Canal de Castilla y no se inició hasta 1782, tras la creación del Banco de San Carlos, con importante participación de capital francés³⁸. En 9-XI-1785 el Banco aprobó un proyecto, realizado poco antes por el ingeniero Carlos Lemaure (que había trabajado ya en el Canal de Castilla ayudado por sus tres hijos³⁹), que enlazaría el camino carretero del puerto de Guadarrama con dos canales de navegación nuevos que seguirían los ríos Guadarrama y Manzanares hasta El Pardo y Madrid. El punto de partida se ubicaba en Torreloz, donde el cauce nacía desde una presa sobre el río Guadarrama. A continuación desde Madrid partirían siete nuevos tramos de canal que habían de conectar la capital con Aranjuez, en el río Tajo; éste con el río Guadiana; éste, con el Javalón; y éste, con el Cabezo de Malo, afluente del Guadalquivir, con el que conectaría cerca del lugar de Espeluy, en Jaén. Desde allí, un canal mixto de navegación y riego, compuesto por cuatro tramos, llevaría el agua desde los estrechos de Montoro, por Palma del Río, hasta Sevilla.

Por orden de Floridablanca, el proyecto de Lemaure fue revisado por dos ingenieros distintos contratados a tal fin, Escipión Perusini y el francés monsieur Dupin, que lo encontraron conforme. El coste era tan elevado como el del Canal de Castilla. La red de canales del Guadarrama al Guadalquivir se presupuestó (25-XI-1785) en 82 millones de reales de vellón y el canal del Guadalquivir (7-XI-1785) en 28,4 millones, estando previsto en éste el riego de hasta 127.000 fanegas de tierra de secano. En total, 110,5 millones⁴⁰.

³⁷ J. HELGUERA, 1988, pp. 81-92.

³⁸ Sobre el Banco, véanse E. J. HAMILTON, 1970, y P. TEDDE, 1988.

³⁹ Casado con la catalana Juana Lamurere, tuvo tres hijos: Manuel, Félix y Francisco Lemaure Murere, que fueron ingenieros y militares (*FICHOZ*, n.ºs 034263, 034267 y 034266, respectivamente).

⁴⁰ P. TEDDE, 1988, pp. 142-151.

No es difícil descubrir que detrás de este proyecto estaban el considerado liberal François o Francisco Cabarrús⁴¹, quien había promovido el Banco de San Carlos y lo controlaba, y el conde de Floridablanca, el ejecutor de la política de obras públicas. El plan de financiación era bastante arriesgado si lo vemos desde hoy, aunque quizás entonces a los patrocinadores no les pareciera tanto. El Banco construiría para el Estado, aceptaría hasta 40 millones de descubierto por las obras, y el Estado habría de pagar el coste mediante un crédito del Banco al 5 % reembolsable en 20 años,

«consignándose los pagos sobre alguna tesorería en particular, o sobre un arbitrio expreso, al tiempo que quedaban hipotecadas las acciones del Banco pertenecientes a los Propios y Pósitos de las provincias o lugares donde se hicieran las obras, como también los mismos fondos, y subsidiariamente la Real Hacienda»⁴².

Como muchos de los ayuntamientos y pósitos habían comprado acciones del Banco de San Carlos en 1782-1784, el plan de Cabarrús era que, para conseguir el dinero que les correspondía, pidieran un crédito al Banco contra hipoteca de las mismas acciones. De este modo los canales los pagaban la Real Hacienda y los ayuntamientos y pósitos de la zona correspondientes con dinero prestado por el Banco, que además era el que hacía las obras.

Los riesgos de una operación así hoy parecen elevados. El valor de las acciones del Banco podía oscilar mucho en mercados tan inestables como los de entonces, y, si caían, el Banco no tenía nada que respaldara los créditos dados. Por consiguiente, las acciones se convertían en humo financiero. Además, como actuaba de constructor de la obra, podía pararla y exigir al Estado la devolución del principal. Por otro lado, los pequeños municipios y pósitos eran instituciones orientadas ante todo a fines sociales tan importantes como asegurar el abasto local, que podían entrar en colisión con planes tan volátiles como el presentado por Cabarrús.

En cualquier caso, nada de esto sucedería. En cuatro años, entre mediados de 1786 y principios de 1790, con Carlos, Manuel, Félix y Francisco Lemaur Murere (los hijos de Carlos Lemaur, muerto en 1785) como directores, se construyó parte de la presa inicial y el Canal de Guadarrama con un presupuesto de unos 11,5 millones de reales de vellón, de los que gastaron entre 5 y 6 millones. Propiamente, no acabaron ellos la obra, porque a comienzos de 1789 todos fueron sustituidos en la dirección por Escipión Perusini y Pedro Grollier, probablemente italiano y francés, respectivamente. En esos años trabajaron unos 2.000 ó 3.000 obreros en el proyecto⁴³. Cabarrús, como si la realidad no fuera con él, aumentó aún más la red de canales surcastellana: añadió derivaciones hacia el Júcar por el este y el Guadiana por el oeste, con un presu-

⁴¹ Véase sobre ello su principal obra, F. CABARRÚS, 1820, y los análisis de J. CRUZ, 2000, pp. 179-196, y G. PÉREZ SARRIÓN (en prensa).

⁴² P. TEDDE, 1988, p. 147.

⁴³ Sobre la obra ya hay algunas buenas monografías: véase T. SÁNCHEZ LÁZARO, 1992 y 1995, y P. DELGADO, 1995.

puesto total de 217,5 millones. Además intentó que el Banco se quedara con la propiedad y gestión de todo el conjunto a cambio de que se le concediera el monopolio de la exportación de plata por 25 años⁴⁴. Las obras, casi detenidas a principios de 1790, tras la caída de Cabarrús y Floridablanca en 1792, prácticamente ya no avanzaron. Unos años después, en 1799, la presa de Guadarrama, que en ese momento alcanzaba la altura récord de 57 m, se derrumbó, afortunadamente sin provocar avenida alguna y sin pérdida de vidas humanas. El proyecto fue definitivamente abandonado.

El proyecto del Canal de Guadarrama y subsiguientes, que además de tener un plan financiero difícilmente realizable era técnicamente descabellado⁴⁵, proporciona referencias importantes para entender lo que venía pasando en otro río alejado, pero como ya se vio no desconectado: el Ebro.

III

CANALES DE RIEGO Y NAVEGACIÓN EN EL EBRO. EL CANAL IMPERIAL DE ARAGÓN

El Canal Imperial de Aragón⁴⁶ nació para ser el eje de la navegación comercial por el Ebro y de una importante reforma agraria local. La originaria Acequia Imperial de Aragón, planeada a fines del siglo XV y construida por el emperador Carlos V (de ahí el nombre) para llevar agua del Ebro desde Fontellas (Navarra) hasta Zaragoza, nunca funcionó completamente: defectos de nivelación y problemas de financiación la llevaron sólo hasta el río Jalón, la mitad del recorrido previsto. En 1722 azud y acequia, que eran del rey y se daban en arriendo, quedaron inutilizadas por una avenida del río. Poco después resurgió la idea de adecuarla y alargarla hasta Zaragoza.

En 1735 el ingeniero militar Bernardo Lana efectuó proyectos de reparación que no se llevaron a cabo y que fueron repetidos en 1738-1739 y 1745 por el citado ingeniero y por Sebastián Rodolphe. En 1745-1746 se levantó un mapa catastral de la zona y se hicieron cálculos para continuar las obras hasta Fuentes de Ebro; y en 1757 el propio conde de Aranda, primer impulsor político de la obra, ordenó que el ingeniero Charles Witte hiciera un nuevo proyecto, a ejecutar por la Secretaría del Despacho de Estado con cargo a la renta de Correos⁴⁷.

⁴⁴ El detalle, en P. TEDDE, 1988, pp. 142-151.

⁴⁵ P. ALZOLA, 1899, p. 347.

⁴⁶ Versión resumida de lo que ya se expuso en G. PÉREZ SARRIÓN, 1975 (capítulo III, pp. 31-86), 1984 (capítulo I, epígrafe 8, pp. 59-62 y 64-68; y toda la segunda parte: capítulos IV y V, pp. 213-347) y 1990 (pp. 241-270). En estos trabajos pueden buscarse las referencias de autoridad y documentales que aquí no se darán con detalle. Sobre la ingeniería de este canal: conde de SÁSTAGO, 1796, y A. de las CASAS y A. VÁZQUEZ, 1999.

⁴⁷ Conde de FLORIDABLANCA, 1795, p. 437.

La influencia de Aranda resultó decisiva. El 15 de mayo de 1766, a instancia suya, el francés Jean Augustin Badin, antiguo cónsul de España en Antibes y comisario de guerra del Ejército, presentó un proyecto de reconstrucción de la acequia al Consejo de Castilla. Aranda había sido nombrado presidente de este organismo el mismo mes de mayo; el proyecto entró en noviembre, siendo informado por el entonces fiscal José Moñino, futuro conde de Floridablanca –que fue quien lo acabaría–, y aprobado el 23 de febrero de 1768. Dos factores locales adicionales fueron determinantes para arrancar: en abril y mayo de 1766 se produjo en Zaragoza un sangriento motín causado por el mal funcionamiento del mercado de granos, y en junio reventó el embalse de Mezalocha en el río Huerva, que regaba la mayor huerta de la capital. La ciudad quedó arruinada y sin agua de riego, y en tal coyuntura se hizo grande la presión social a favor de que el proyecto se emprendiera. Aranda tenía casa, patrimonio y amigos en Zaragoza.

La compañía promotora se llamó Badín y Compañía de Madrid y Zaragoza, con propiedad dividida en ocho partes: Luis Agustín Badín más su hijo Luis Miguel, con 3/8 (37,5 %); Jean Baptiste Condom, con 3/8 (37,5 %); Pierre Prades con 1/8 (12,5 %);



9.5. Extremo oriental del Canal Imperial de Aragón, 1796. Levantamiento topográfico y dibujo de Félix Guitarte grabado por Mateo González. (Fuente: Conde de Sástago, Descripción de los Canales Imperial de Aragón y Real de Tauste. Dedicada a los augustos soberanos Don Carlos IV y Doña María Luisa de Borbón. Por el actual protector de ambos canales, el —, Francisco Magallón, Zaragoza 1796, s. p.) Muestra la parte más amplia del territorio agrícola que el nuevo canal llegó a regar, entre los ríos Jalón, al oeste, y Huerva, al este. De oeste a este se observa la zona de riego viejo del Jalón, totalmente cultivada, con algunos sotos incultos; la zona de riego nuevo, con parcelas bastante más pequeñas, muchos plantíos (vid, olivo) y amplias zonas aún no puestas en riego. Al este, la pequeña huerta sur de Zaragoza, muy arbolada, y el comienzo de otra nueva zona regada, también colonizada sólo en parte. La huerta norte de Zaragoza, regada por el Gállego, no aparece.

y Juan de Zelaya, también con 1/8 (12,5 % restante). El Consejo de Castilla autorizó a prolongar la acequia hasta Quinto de Ebro, unos 20 km aguas abajo de Zaragoza, con un plazo de construcción de ocho años. El cauce mediría entre 4 y 2 toesas de anchura por 1 toesa de profundidad, con taludes de 2 toesas; en total, sólo 8 toesas, con un sifón para cruzar el río Jalón. La sociedad asumía los derechos y obligaciones de la vieja Acequia Imperial, y para financiar las obras se le concedía el cobro de derechos de riego por 40 años y la explotación de las minas de alumbre de Alloza y Herín, en el Bajo Aragón.

De 1768 a 1778 la obra estuvo casi detenida por graves problemas de gestión, administración y financiación⁴⁸. Para dirigir la obra, los Badín contrataron a ingenieros franceses: el geógrafo Esteban Bellecare y los arquitectos y maestros de obras Joseph Roch Bieu (castellanizado José Roque Bieu), Jacques Bieu (Diego Bieu), André Boulavert (Andrés Boulabert) y Antonio Maurín (probablemente en francés Antoine Maurin o Morin). Otro francés, Pierre (Pedro) Herranat, mercader de Zaragoza que en 1755 había sido arrendador de rentas señoriales del conde de Aranda⁴⁹, fue nombrado tesorero en 1771.

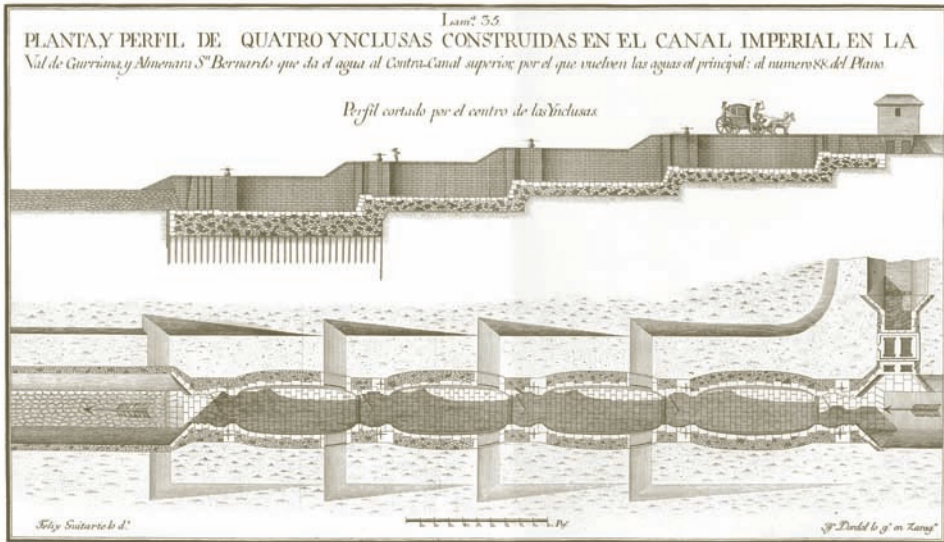
Para conseguir la financiación necesaria la compañía emitió obligaciones en el mercado holandés a través de Pierre Prades y dos sociedades intermediarias: Adolf Jan Heshuysen & Co., de Haarlem y Amsterdam, y Abraham & Simon Boas, de La Haya, por importe de 1,5 millones de florines holandeses, que equivalían aproximadamente a unos 10 millones de reales de vellón. Los títulos se emitieron al 6 % de interés, y para abonar a los inversores las sociedades intermediarias recibieron el 6 % de interés anual contratado, más una comisión del 5 % sobre la operación de venta de las obligaciones, y otra del 2 % sobre las pensiones y sueldos que se pagaran en concepto de habilitación, aparte otras cantidades menores⁵⁰. Es de suponer que Pierre Prades y otro de los intermediarios, llamado Groiesinger, también cobraron comisiones. Con este planteamiento, los costes financieros devoraron el crédito.

Los inversores de Amsterdam, habituados a intervenir en obras que no conocían pero con una cultura hidráulica basada en la abundancia de agua y no en la escasez, probablemente no entendieron muy bien un proyecto de acequia sólo para riego; para asegurar la rentabilidad, en 1769 enviaron a Zaragoza a un ingeniero, Cornelis Jan Krayenhof, que cambió el proyecto proponiendo un canal navegable que había de llegar mucho más allá, hasta Sástago, con un presupuesto de 10 millones de reales de vellón. La anchura del cauce pasaba de 2-4 a 6 toesas y el azud, nuevo, quedaba aguas arriba de Tudela, lo que hacía la obra mucho más cara por razones de diseño.

⁴⁸ Los hechos, que aquí sólo se dan resumidos, en G. PÉREZ SARRIÓN, 1975, pp. 44-54, y 1984, pp. 54-68.

⁴⁹ FICHOZ, n.º 035258.

⁵⁰ Los testimonios posteriores de Pignatelli y Floridablanca hablan de «adealas» y «dulzuras». Más datos, en J. PRADELLS, 1992.



9.6. Esclusas en el Canal imperial de Aragón, 1796. Dibujo de Félix Guitarte grabado por J. F. Dordal. (Fuente: Conde de Sástago, Descripción de los canales Imperial de Aragón y Real de Tauste..., 1796.) El canal rodeaba Zaragoza por su parte alta y en sus afueras, mediante estas cuatro esclusas, perdía altura para volver a acercarse al río Ebro. Problemas de porosidad en los suelos hicieron que el canal no se siguiera y esta hermosa obra nunca pudiera utilizarse. Los saltos hidráulicos industriales, que tanta importancia tuvieron en el siglo XIX zaragozano, se ubicaron aguas arriba, en almenaras y molinos más cercanos al casco urbano.

Años después, Floridablanca confirmaría que la idea de Krayenhof de ampliar el proyecto del Canal y hacerlo navegable fue lo que disparó el coste de una obra inicialmente de regadío y más modesta. La ampliación fue informada favorablemente por el Consejo de Castilla, del que Floridablanca era fiscal⁵¹.

En 1770 murió Juan Agustín Badín. Al año siguiente, los costes financieros y de administración se habían disparado, la empresa había dejado de pagar los intereses del crédito y estaba en conflicto con los inversores holandeses, con dimisiones y acusaciones de fraude financiero. Había además problemas en la dirección de obra. Aranda, para solucionar todo esto, envió a los ingenieros militares Fernando Ulloa, encargado del Canal de Castilla, y Julián Sánchez Boort, del departamento de la Marina de El Ferrol, que introdujeron modificaciones importantes. El Consejo de Castilla, presidido por Aranda, separó del gobierno de la obra a Pedro Prades, Luis Miguel Badín y Juan de Celaya (9-V-1772); nombró a Juan Bautista Condom tesorero en Madrid, y puso al frente de la empresa (1-XII-1772) como *protector* al noble y canónigo Ramón Pignatelli Moncayo, su pariente y hombre de confianza en Zaragoza. Poco después se integró en el proyecto otra vieja acequia, el Canal Real de Tauste (16-II-1772),

⁵¹ Conde de FLORIDABLANCA, 1795, p. 438.

en la orilla izquierda del Ebro, de acuerdo con la nueva filosofía, que, además de un canal de navegación comercial, buscaba hacer una reforma agraria comarcal. Badín y Compañía dejó de funcionar, aunque no desaparecería hasta 1778.

Entre 1772 y 1776, Pignatelli resolvió la delicada situación. Asumió el proyecto de navegación y riego propuesto por Krayenhof con correcciones hechas por Sánchez Boort (1774), que tras algunas modificaciones posteriores (1776) acabó siendo un canal de riego y navegación que llegaría hasta Sástago, 60 km aguas abajo de Zaragoza, con azud nuevo pasada Tudela, e incluiría (1781) el Canal de Tauste, que por recibir la protección del rey pasó a llamarse Canal Real de Tauste. Por presiones de los inversores holandeses, durante un tiempo fueron directores de la obra dos franceses: primero Gilles Pin (castellanizado Gil Pin), que era o había sido ingeniero del Canal de Languedoc, ayudado por otro compatriota, Danicy; y después, por Joaquín Villanova. La obra fue construida finalmente (1776-1792) con las contribuciones de los ingenieros Julián Sánchez Boort, el ya citado Joaquín Villanova y Luis Chimioni.

En 1773, el conde de Aranda fue nombrado embajador en París y se marchó de Zaragoza, aunque continuó influyendo en la obra. No obstante, fue a partir del nombramiento del conde de Floridablanca como secretario del Despacho de Estado, en febrero de 1777, cuando el canal fue reestatalizado y la financiación resuelta, como él mismo atestiguaría tiempo después. El crédito era insuficiente, los intereses no se pagaban a tiempo y el crédito de España en Holanda y el norte de Europa estaba bajo. El embajador holandés en Madrid, en defensa de las sociedades holandesas, solicitó al rey que la deuda del Canal Imperial en Amsterdam pasara a la Corona, en una operación que contaba con el apoyo del embajador de España en La Haya⁵². En tal situación, la Secretaría del Despacho de Hacienda, que tenía la competencia en el asunto y gran escasez de fondos, propuso pasarla al recién nombrado Floridablanca, con el argumento de que éste ya conocía bien el asunto de su época de fiscal del Consejo de Castilla. El rey aceptó la propuesta (29-V-1777)⁵³.

La amenaza de guerra contra Gran Bretaña tras la insurrección de las colonias americanas, apoyadas por Francia, exigía al Estado un crédito que había que buscar en los principales centros financieros de Europa: Holanda, Génova y los cantones suizos, lo que obligaba a restaurar inmediatamente el crédito español en el exterior. Fue esta delicada coyuntura internacional, y no otra cosa, lo que hizo que el rey asumiera definitivamente la continuación del Canal Imperial de Aragón y que el Estado se hicie-

⁵² No está de más recordar aquí que otro importante ilustrado aragonés, Ignacio Jordán de Asso y del Río, por entonces también cliente del conde de Aranda, era cónsul en Dunkerke (1776) y cónsul general en Amsterdam (1776-1787). Asso realizó con seguridad tareas de intermediación y financiación con sociedades holandesas cuyo detalle ignoramos aún y fue otra pieza importante, quizás esencial, en el éxito de la empresa.

⁵³ Conde de FLORIDABLANCA, 1795, p. 438.

ra cargo de la deuda en 1777⁵⁴. Floridablanca defendió la reestatalización del proyecto y su continuación atendiendo también a criterios políticos. De hecho, reconoció expresamente en 1795 que otro argumento poderoso para continuar el proyecto era poder realizar una reforma agraria de tanta importancia⁵⁵.

Una vez reestructurada la deuda de Holanda, Floridablanca autorizó varios préstamos para la construcción a Magon & Cie., de Cádiz; al marqués de Irlanda, de Madrid, y a los Cinco Gremios Mayores, también de Madrid (4,5, 3 y 7 u 8 millones de reales, respectivamente); y creó un arancel sobre exportación de lanas finas, cuyo rendimiento se calculaba en unos cinco millones de reales, para pagar con una parte los dos millones de intereses anuales de la deuda. El arancel se utilizó además como un instrumento proteccionista para impedir la exportación de la materia prima sin transformar, que entonces estaba en aumento a consecuencia de la fuerte demanda exterior. Poco después recurriría también a la creación de deuda interior, generando los vales del Canal Imperial de Aragón, lanzados en dos emisiones (1785 y 1788)⁵⁶, precedentes de las posteriores y más conocidas emisiones de vales reales.

Desde entonces la construcción cobró un ritmo nuevo y la obra se construyó prácticamente en quince años, entre 1776 y 1791. Se llevó a cabo el proyecto de Krajenhof, aprobado el 12 de marzo de 1776, con las modificaciones de Sánchez Boort; en 1780 se acabó el acueducto sobre el río Jalón y las compuertas de entrada de agua del Ebro en El Bocal; el agua del Canal llegó a Zaragoza en medio de una gran fiesta el 14 de diciembre de 1784; el puerto fluvial de Casablanca –barrio de las afueras– fue acabado en 1786, y en 1790 se concluyó la gran presa de El Bocal, necesaria para que las aguas del río entraran correctamente.

A partir de octubre de 1790, Floridablanca y Pignatelli decidieron reducir el ritmo de las obras y dedicarse sobre todo a amortizar el capital invertido, destinando para ello las rentas que el Canal generaba más una pequeña subvención de 100.000 reales de vellón al mes. El proyecto inicial no llegó a completarse: las aguas nunca llegaron hasta Sástago, sino sólo hasta unos 2 km aguas abajo de Zaragoza. La financiación de los últimos años fue tan complicada que cuando, como consecuencia de la Revolución francesa, cambió la coyuntura política, en 1792 fueron encarcelados y procesados Floridablanca, Condom y Cabarrús; una de las acusaciones principales de que fueron objeto fue su responsabilidad en la gestión financiera de esta y otras obras públicas⁵⁷.

⁵⁴ Sobre la coyuntura de esos años véase E. J. HAMILTON, 1947, y J. BARBIER y H. KLEIN, 1981; sobre el presupuesto del Estado y los criterios de gasto, más específicamente, H. KLEIN y J. BARBIER, 1985, y R. PIEPER, 1992.

⁵⁵ Conde de FLORIDABLANCA, 1795, p. 439.

⁵⁶ Conde de FLORIDABLANCA, 1795, pp. 440-441.

⁵⁷ Véase al respecto G. PÉREZ SARRIÓN, 1996, y artículo de *Spagna Contemporanea* en prensa.



9.7. Canal Imperial de Aragón: «Plan en vista de las obras del Jalón, con la Advertencia de averse executado ya la mudada de el Río, concluido enteramente los dos Arcos de el Puente y aumentado de muchos pies el alto de las Murallas» (detalle), dibujado por Gregorio Sevilla, con el visto bueno de Luis Chimioni y Fernando Martínez, 1779. (Fondo de Planos de Obras Hidráulicas, Ministerio de Fomento; Fuente: Canal Imperial de Aragón, Servicio de Publicaciones del MOPU, 2 tomos, Madrid, 1984, t. II.) Se muestra el estado de la construcción del acueducto a principios de 1779, probablemente marzo. De izquierda a derecha y de arriba abajo se ven, en perspectiva aérea, un puente para el paso de carros, castillete para acarreo de buro o arcilla, un gran almacén de materiales, dos arcos del acueducto en construcción de los cuatro previstos, el pilotaje con madera para encauzar el río, y el paraje ribereño de extracción de la arcilla. En la parte inferior, sin correspondencia y a escala diferente, el mismo paisaje en proyección vertical con algunas de las acequias del río Jalón.

Existen dos evaluaciones conocidas, ligeramente divergentes, del coste económico total de la empresa. La primera es un informe, quizás de Pignatelli, citado por Ponz, según el cual los gastos realizados hasta 1787 fueron los siguientes, en cifras redondeadas:

Gastos del Canal Imperial de Aragón, 1768-1787

| | Millones de reales de vellón |
|---|------------------------------|
| Obras de 1768 a mayo de 1772 | 3,8 |
| Obras de mayo 1772 a abril de 1787 | 60 |
| Adquisiciones de terrenos | 0,9 |
| Materiales existentes para las obras, aproximadamente | 4 |
| Total | 68,4 |

La segunda estimación es de Llauradó⁵⁸:

Ingresos y gastos del Canal Imperial de Aragón y del Canal Real de Tauste, 1770-1790

| | Millones de reales de vellón |
|--|------------------------------|
| a) Ingresos | |
| Emisiones de bonos de 1778 y 1779 en Holanda | 52,45 |
| Emisiones de vales de la Acequia de 1785 y 1788 | 99 |
| Ingresos del Canal Imperial de Aragón hasta septiembre de 1790 | 6,49 |
| Ingresos del Canal Real de Tauste | 1,66 |
| Total ingresos | 159,6 |
| b) Gastos | |
| Gastado por Badín y Compañía hasta mayo de 1772 | 4 |
| Obras en el Canal Imperial | 84,5 |
| Compras de edificios y terrenos | 1 |
| Administración del Canal Imperial | 2,9 |
| Obras en el Canal Real de Tauste (1781-1790) | 1 |
| Administración del Canal Real de Tauste (1781-1790) | 1 |
| Total gastos | 98,1 |
| Diferencia | -61,5 |

La segunda es considerablemente más detallada, y muestra el papel decisivo de la deuda. El Canal Imperial en sí costó 98,1 millones según la estimación de Llauradó, pero los ingresos destinados a este gasto fueron 159,6 millones. Casi todo este dinero se consiguió mediante emisiones de deuda. La diferencia entre gastos reales e ingre-

⁵⁸ A. LLAURADÓ, 1878, pp. 654-655; P. ALZOLA, 1899, p. 345; y G. PÉREZ SARRIÓN, 1984, p. 456.

sos fueron gastos de renegociación de créditos, intereses, comisiones, cambio y giro de letras, conceptos que no aparecen en el balance. En realidad, los ingresos reales para el Canal fueron algo menores, porque una pequeña parte de la deuda consignada en el cuadro se destinó a otros fines; a pesar de todo, puede afirmarse sin exagerar que el 38,5 % del dinero ingresado para el Canal se fue en gastos financieros, de tal forma que por cada millón que entró se pudieron gastar efectivamente unos 600.000 reales de vellón. El coste financiero de la obra fue elevado, aunque, si se considera el período 1778-1790 en que los créditos expresados se disfrutaron, el interés anual medio supuso un 3,2 % del capital movilizado.

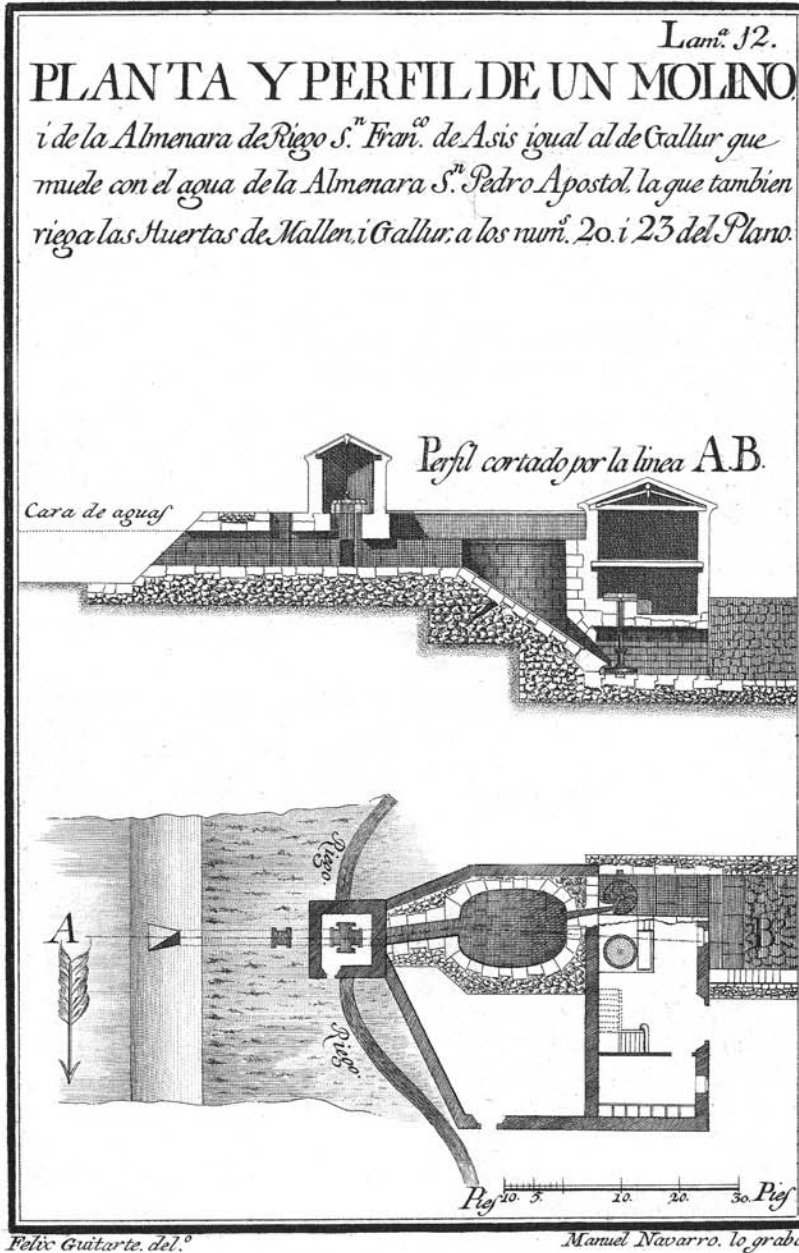
Para dar cuenta cabal de la empresa es necesario considerar también la dimensión social, lo que obliga cambiar el enfoque hacia un ámbito territorial reducido, comarcal, local, en el que la figura del gran reformador que fue Ramón Pignatelli emerge poderosa⁵⁹. En las dos décadas anteriores al motín de Zaragoza de abril y mayo de 1766⁶⁰, la Iglesia, como acreedor mayoritario de un ayuntamiento en quiebra, se había apoderado de la gestión del pósito, desquiciando el abasto de granos, y acumulaba tierras del entorno mediante la ejecución de deudas censales. Los campesinos parcelarios, así expulsados, se convertían en pobres y marchaban a la ciudad a vivir de la caridad. A la vez, la Iglesia, que poseía la mayoría de los inmuebles urbanos, había aumentado los alquileres desafortadamente. El motín, uno de los más sangrientos de España, dio rostro por primera vez a la masa de desheredados, asustó a los reformistas y convirtió el futuro Canal Imperial en la solución de todo: había que poner en riego los inmensos secanos comunales de la ciudad para repartir tierras entre los pobres, asegurar el abasto, reducir el número de pobres. Como las tierras de la Iglesia y la aristocracia terrateniente en la perspectiva de los ilustrados no se podían tocar, el reparto y riego de tierras comunales era la única reforma agraria posible. El mismo Pignatelli, a pesar de que era clérigo secular, manifestó una gran fobia al clero regular⁶¹ y se enfrentó al poderoso cabildo metropolitano, al que pertenecía.

Por otro lado, el Canal Imperial, como el de Castilla, fue construido por campesinos contratados por temporada, aunque no a destajo sino a jornal. Los efectos de inyectar una masa salarial así en un campesinado con tasa de ocupación baja fueron probablemente poco duraderos pero coyunturalmente notables. En 1784, año de máxima actividad constructora, se emplearon 6.000 ó 7.000 trabajadores en las obras. Habida cuenta de que la comarca donde se estaba construyendo el cauce tenía unos

⁵⁹ Lo que sigue es resumen de lo expuesto en G. PÉREZ SARRIÓN, 1975 (capítulo IV) y 1984 (partes segunda y tercera, capítulos IV a VII). El lector puede buscar en las obras citadas las citas de autoridad pertinentes.

⁶⁰ Sobre el motín, véanse G. PÉREZ SARRIÓN, 1984, pp. 157-168; A. PEIRÓ, 1982; F. BARAS ESCOLÁ y F. MONTERO FERNÁNDEZ, 1987 y 1996; y P. NÚÑEZ, 2002.

⁶¹ Así, en un informe privado al conde de Aranda de 25-VI-1768, citado por Lasierra, ataca las comidas de pobres que daban los conventos, y propone la reducción o supresión de los bienes de manos muertas de la Iglesia; A. LASIERRA, 1923, pp. 16-24 y sobre todo pp. 15-18.



9.8. Almenara y molino harinero en el Canal Imperial de Aragón, 1796. Dibujo de Félix Guàrtate; grabado de Manuel Dordal. (Fuente: Conde de Sástago, Descripción de los canales Imperial de Aragón y Real de Tauste..., 1796.) En este plano, en planta y de perfil, un canal oculto toma el agua del centro del cauce para que la almenara la distribuya a las dos acequias y a la muela del molino, cuando éste precisa trabajar. Los molinos del rey permitieron a los campesinos no depender sólo de los molinos señoriales y de los de la iglesia, más gravosos.

40.000 habitantes, y que las obras principales fuera de Zaragoza se concentraron entre Tudela y Grisén, durante muchos meses al año y a lo largo de la década de los 80 se llegó a emplear casi toda la mano de obra campesina de la zona, con el consiguiente aumento de ingresos monetarios y el consumo. Sólo al final se empleó mano de obra forzada: entre 1786 y 1789 hubo al menos cinco regimientos del ejército trabajando en Zaragoza y El Bocal, y en este lugar se creó un presidio.

Conocemos bien el uso del Canal Imperial como vía navegable y medio de transporte desde 1789⁶², aunque poco sobre el efecto que tuvo en la articulación del mercado compuesto por las comarcas ribereñas del Ebro. Pero el río nunca llegó a ser navegable en su totalidad, como deseaban los ilustrados. Sólo lo fue desde Mequinenza (en el límite con Cataluña), por algunos meses, y en dirección aguas abajo. Además, las aduanas entre Navarra y Aragón dificultaron considerablemente el tráfico interregional de mercancías –que alcanzó sólo cierto volumen en los últimos años del siglo XVIII– y alimentaron el contrabando.

Sin embargo, por contraste con los dos aspectos considerados (financiación y construcción atormentadas, puesta en servicio comercial tardía), la reforma agraria derivada de la extensión del regadío, aunque también llegó tarde, fue una de las más importantes llevadas a cabo en España durante todo el Antiguo Régimen, no sólo por las dimensiones afectadas sino también porque sus previsiones puede decirse que llegaron a cumplirse, ya que en pocos años se transformó sensiblemente la agricultura de la Ribera del Ebro.

La navegación y riego del valle medio del Ebro con el Canal Imperial fueron complementados por obras en la desembocadura. El Canal de Amposta a San Carlos de la Rápita, proyectado para buscar una salida artificial al Ebro y evitar la barra y bancos de arena del delta, asegurando salida directa a las exportaciones aragonesas, tuvo su origen en la compañía que un ciudadano de Tortosa y un ingeniero y un arquitecto franceses, probablemente también los Badín, formaron en 1764 para construir un canal desde la vieja presa de Cherta a la bahía de Los Alfaques⁶³. En 1780 se emprendió la creación de la ciudad y puerto de San Carlos de la Rápita, concluidos en 1792. Pero el canal se abandonó unos años después porque se cegaba continuamente; en 1816-1819 seguía fuera de servicio⁶⁴.

IV

OBRAS DE REGADÍO EN LA COSTA MEDITERRÁNEA. LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR

El análisis de obras hidráulicas tan relevantes como las referidas no agota la labor de los ilustrados en esta materia. En 1770, Ferdinando Galiani mencionaba no menos

⁶² G. PÉREZ SARRIÓN, 1975, capítulo IV.

⁶³ Porque Luis Miguel Badín era residente en Tortosa; P. VILAR, 1964-1968, III, p. 297.

⁶⁴ P. VILAR, 1964-1968, III, p. 297.

de 16 grandes obras consideradas en curso en el interior de la península, desde Reinosa hasta Sevilla⁶⁵, incluyendo en ellas tanto las que en ese momento estaban en construcción como las que se daba por hecho que había que hacer. Algunas eran disparatadas, otras no pasaron de proyectos. Pero hubo muchas más: concebidas exclusivamente para regadío, menos espectaculares pero no menos importantes, además de numerosas obras de ingeniería hidráulica útiles⁶⁶.

La reconstrucción y ampliación de la antigua Acequia de Alcira o Alzira, renombrada Acequia Real del Júcar o Xúquer, que llevó el regadío a todo el oeste de la Albufera, junto a Valencia, fue una de ellas. El origen era una acequia bajomedieval que desde el azud de Antella regaba la margen izquierda del Júcar hasta Alcira. Ya en la segunda mitad del siglo XVII el crecimiento demográfico de la zona aumentó la presión para extender el riego, y tras un *sogueo* o catastro de tierras regadas (1741-1744) orientado a ello, entre 1760 y 1766 un noble aragonés, Pedro de Alcántara Fadrique Fernández de Híjar, duque de Híjar, consiguió mejorar el azud y alargar la acequia hasta Sollana y lugares subsidiarios de Algemés y Albalat [de la Ribera]⁶⁷. La iniciativa fue del duque en su calidad de barón de Sollana, lugar cabeza de la baronía del mismo nombre, que había de recibir el riego nuevo. Como jueces *protectores*, visitantes o comisionados para la obra fueron nombrados sucesivamente dos oidores de la Real Audiencia de Valencia: Martín Dávila Sigüenza (hasta 1764), regente y decano del Real Acuerdo, y José Moreno Alvarado (desde 1764)⁶⁸.

La relación entre este proyecto y el del Canal Imperial a través de sus promotores, ambos aragoneses y probablemente emparentados, es evidente. El conde de Aranda no tuvo descendientes, y es sabido que el duque de Híjar heredó su estado y patrimonio a finales de siglo. Por otra parte, Aranda fue gobernador y presidente de la Real Audiencia de Valencia (1764-1766), donde se resolvían los pleitos sobre la materia; y en ella «se preocupó de reglamentar el servicio de las aguas, tan vital para la agricultura valenciana, y se entregó personalmente a dirigir, en calidad de ingeniero militar, la construcción de acequias y canales para mejorar el regadío»⁶⁹. Los comisio-

⁶⁵ F. GALIANI (1770), según la traducción del pasaje aludido en C. SAMBRICIO, 1986a, pp. 49-50.

⁶⁶ Véase al respecto, por ejemplo, el análisis de artefactos, fábricas e ingenios de I. GONZÁLEZ TASCÓN, 1987.

⁶⁷ Los datos, en T. PERIS, 1992, pp. 281-287. En general, sobre esta obra puede verse, además de la fundamental aportación de T. PERIS, 1992, M. GUAL, 1979; y para el marco general de la agricultura en la zona, M. ARDIT, 1988.

⁶⁸ Datos sobre ellos, en *FICHOZ*, n.ºs 010594 y 004548. El *protector*, visitador o comisionado de la obra era el responsable nombrado por el rey para su realización y, por tanto, la autoridad suprema en ella. En este caso ocuparon el cargo jueces de la Real Audiencia, funcionarios de un organismo de la administración del rey, pero en el caso del Canal Imperial lo fue Pignatelli, que no era funcionario.

⁶⁹ R. OLAECHEA y J. A. FERRER BENIMELI, 1998, p. 273. También proyectó la población de Águilas (Murcia) y la construcción de un camino y acueducto para el suministro de aguas a la población; A. RUMEU, 1962, p. 145.

nados de la acequia eran jueces de esta institución, y es significativo que las obras acabaran el año del motín de 1766, para cuya represión el conde de Aranda fue nombrado presidente del Consejo de Castilla. Tampoco es casualidad, finalmente, que justo al año siguiente fuera nombrado (26-VIII-1767) como nuevo juez visitador de la acequia alguien de fuera, el jurista catalán Juan Casamayor Josa (†1782), que había estudiado en la Universidad de Huesca: un hombre del círculo de Rodríguez Campomanes, fiscal del Consejo de Castilla, donde entonces estaba Aranda, que tenía contactos en la universidad donde aquél había estudiado⁷⁰. Todos estos datos apuntan a que el conde de Aranda fue también quien, al menos por un tiempo, estuvo impulsando la obra, directamente y por vías interpuestas.

En 1767, con Casamayor, lo que hasta entonces había sido una iniciativa señorial se convirtió en proyecto para duplicar la superficie regada llevando agua hasta el oeste de la Albufera: Espioca, Picasent (o Picassent), Benifayó, Alginet y Almusafes (o Almussafes), con destino final en los amplios terrenos cercanos pertenecientes al Real Patrimonio: Silla, Beniparrell, Albal, Catarroja. A él se adhirieron inmediatamente los beneficiados de estos lugares, casi todos señores de vasallos y terratenientes burgueses de Valencia. No se da cuenta aquí de los numerosos, graves y complejos tumultos y pleitos⁷¹ que enfrentaron a los regantes viejos de la Acequia de Alcira con los nuevos; a ambos con el duque de Híjar y sus vasallos de señorío; a todos ellos con los regantes expectantes de la zona inferior, muchos pertenecientes a la nobleza y la burguesía urbana; y a todos ellos con el rey, tanto en calidad de señor y juez de las aguas a través de la Real Audiencia, como de propietario de superficies regables.

Casamayor ocupó el cargo de 1767 a 1778. Tras un período de turbulencias y de su propia dimisión⁷², fue renombrado por el Consejo de Castilla con jurisdicción civil y criminal plena para ejecutar el proyecto, que nuevamente fue encomendado al propio duque de Híjar (8-VI-1771). Según Real Provisión aprobatoria de 26 de agosto de 1767, la financiación se haría con aportaciones de los propios regantes viejos (parte vieja), el propio duque (tierras de la baronía) y los nuevos regantes expectantes (parte final), más 1/20 para el duque a cobrar de las nuevas tierras regadas y 1/20 más para el rey. Para ello se autorizó al duque (9-IV-1772) a emitir censos redimibles al 3 % sobre el mayorazgo de Oraní por importe de dos millones de reales⁷³. Además, todos pagarían el *cequiaje* o canon para el mantenimiento.

⁷⁰ Los datos, en *FICHOZ*, n.º 000150.

⁷¹ Detallados por T. PERIS, 1992, *passim*.

⁷² Por un tiempo breve ejerció el cargo de alcalde del crimen de la Real Audiencia de Valencia Francisco Pérez Mecía, que además era terrateniente en Alcira en 1768: T. PERIS, 1992, p. 291; lo que muestra hasta qué punto era complejo el juego de intereses que podía haber en una obra así.

⁷³ A partir de los datos de T. PERIS, 1992, pp. 292-316.

El proyecto de mejora y prolongación del cauce fue hecho en 1768 por quien en primer término fue nombrado ingeniero director de la obra, el catalán Juan Escofet Palau (1720-1808), con coste previsto de unos 120.000 pesos⁷⁴. Poco después el nuevo director, Francisco Aparisi Ferrandis, antes ayudante de Escofet, firmaba otro proyecto (24-III-1773) con cauce enteramente nuevo de unas 24.000 varas valencianas de longitud, cota más alta (unos 4 m) y, por tanto, más capacidad de riego. En cinco años las obras apenas avanzaron; y en 1778, a propuesta del duque de Híjar, el Consejo de Castilla nombró juez protector a Lorenzo Bachiller Rosillo, otro oidor de la Real Audiencia de Valencia⁷⁵, que fue quien definitivamente reconstruyó el azud y acequia vieja (en dos momentos, 1779-1781 y 1798) y prolongó el cauce hasta Albal y Catarroja (1779-1792), con un gasto real desembolsado de 2,5 millones de reales. En total, la superficie regada en la zona vieja pasó de unas 52.000 hanegas de riego tradicional *sogueadas* o medidas en 1744 (que debían ser unas 65.000 reales) a 81.500 previstas en 1767, que a principios del siglo XIX (1818) estaban entre 97.000 y 90.000 (Madoz). A ello hay que sumar entre 35.000 y 45.000 hanegas de riego más o menos seguro en la zona nueva, lo que supuso un incremento total de más del 100 % en medio siglo⁷⁶.

La Acequia Real del Júcar fue sólo una de las muchas obras de regadío emprendidas en estas décadas, que en conjunto constituyeron la expresión más relevante de la política agraria de la Ilustración en la España seca: incidían en el gran problema del crecimiento agrícola y la distribución de la renta de la tierra. Peris menciona también, sólo en Valencia, las Pías Fundaciones del cardenal Belluga, la desecación de marjales de Bassa Languera de Elche (1748) y el plan de bonificación de la laguna de Villena (1760)⁷⁷.

Asimismo, hubo otros proyectos en el noreste de la península, empezando en Aragón por el nonato Canal de Cinco Villas diseñado por Mariano Monroy en 1768 para regar unas 36.000 cahizadas de 24 cuartales, con un presupuesto estimado de menos de dos millones de pesos⁷⁸. Entre Aragón y Cataluña, en 1783 Manuel Inchausti formuló dos propuestas: una de un canal de regadío pequeño para llevar agua a Tamarite de Litera, con presupuesto de 8 millones de reales de vellón, y otra más grande para regar 200.000 cahizadas de 18 cuartales (unas 85.000 ha), que llegaba mucho

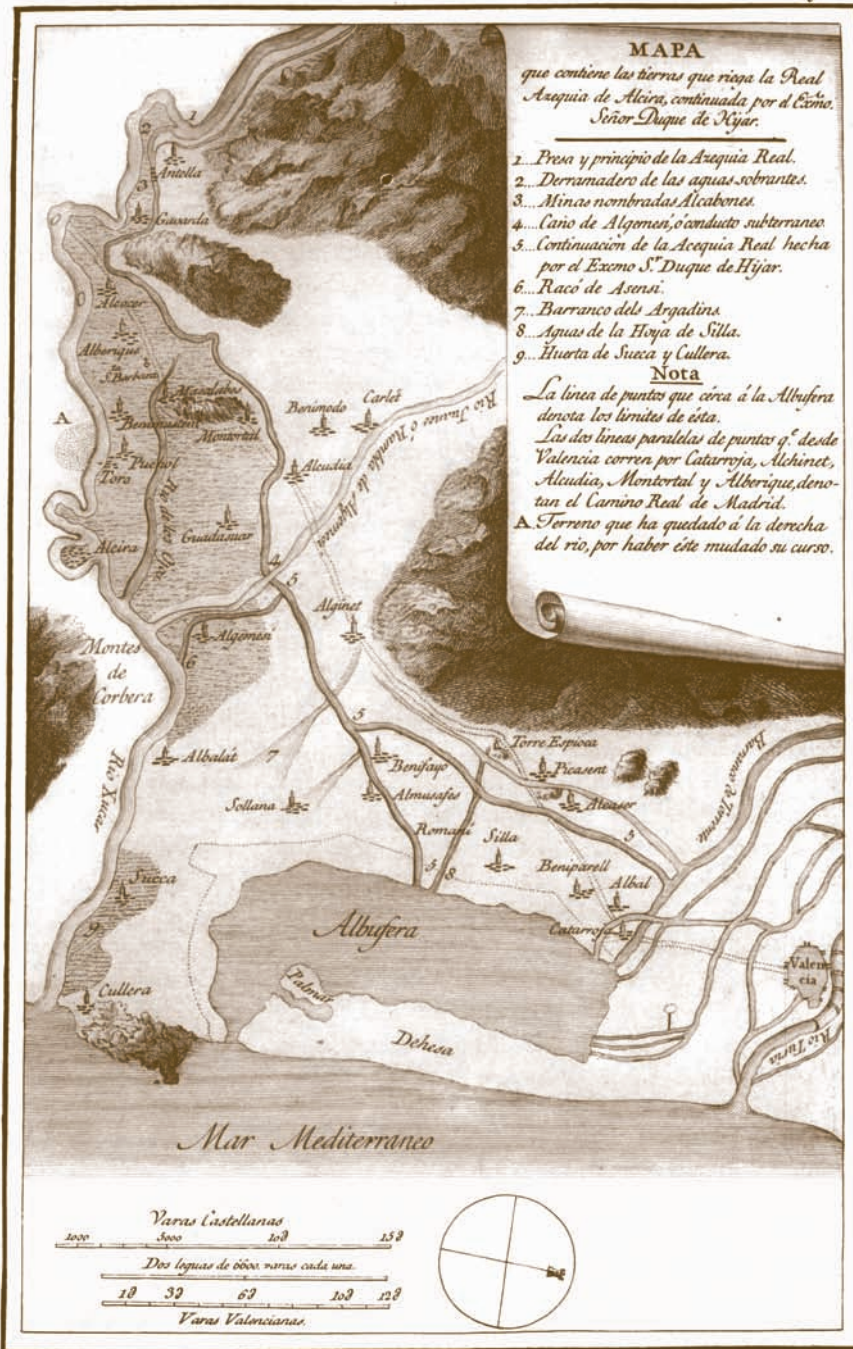
⁷⁴ Probablemente el peso fuerte, moneda de plata que equivalía a 16 o a 20 reales de vellón según emisiones; considerando el cambio de 20 suponían unos 2,4 millones de reales de vellón.

⁷⁵ No sabemos desde cuándo, pero lo era en 1801; *FICHOZ*, n.º 015487.

⁷⁶ Todo, según datos y estimaciones de T. PERIS, 1992, pp. 316-344. Conviene tener en cuenta que la puesta en regadío real de superficies tan amplias no consistía simplemente en llevar el agua; eran necesarias inversiones y operaciones adicionales, por lo que el proceso solía ser progresivo y sujeto a sólo estimaciones.

⁷⁷ T. PERIS, 1992, p. 297, nota 73.

⁷⁸ *FICHOZ*, n.º 042362, y G. PÉREZ SARRIÓN, 1975, p. 29, *apud* I. J. ASSO, 1798, pp. 33-35 y 61.



A. J. Cavanilles del.

T. L. Engrañados sculp.

9.9. Plano de la Acequia Real del Júcar, h. 1768. (Fuente: Antonio J. Cavanilles, Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia, Valencia 1795, 2 vols., vol. 1; Albatros, Valencia, 1995.) Delineado por el ingeniero militar Juan Escofet y Palau hacia 1768, el mapa muestra que la Acequia Real reformada llegó sucesivamente a la zona de Alcira, de riego antiguo; a los lugares de la baronía de Sollana, del duque de Híjar, y a los pueblos coderos, propiedad de otros miembros de la nobleza y la burguesía valenciana, con extensas tierras de la Albufera, que era del rey. El camino real a Madrid marcó el trazado de la actual autovía.

más al sur, por 30 millones, de los que el Consejo de Castilla aprobó el primero; en 1802 se intentó realizar nuevamente como canal de riego y navegación, sin éxito⁷⁹. En Cataluña tampoco se llevó a cabo la vieja idea de construir el Canal de Urgel, reemprendida en 1727, promovida nuevamente en 1735 por el comerciante barcelonés Jaume de Durán y asumida por la Junta de Comercio en 1765. El Canal fue concebido como de riego y navegación, lo que explica su gran envergadura presupuestaria –360.000 pesos en 1735, 1.600.000 en 1751, 2.500.000 en 1790–⁸⁰. Los comerciantes de Reus no lograron la construcción de un canal de navegación hasta Salou por problemas técnicos; tampoco se realizó la canalización de los ríos Ter y Daró, y hubo otro plan para construir un canal de navegación de Bañolas a Sant Feliu de Guíxols⁸¹. Ninguno de estos proyectos se llevó a cabo. En cambio, en Lérida se dio un gran crecimiento de la población y de la superficie cultivada en el siglo, pasándose de 6.355 jornales de tierra (1716) a 11.020 (1785); un aumento del 74 %, lo que determinó la construcción de varias acequias y un incremento de la superficie regada: por lo menos, 5.133 jornales de tierra de cereales en 1716, que eran 6.962 en 1754⁸².

Finalmente, en Murcia cabe recordar el llamado Canal de Murcia y sus sustitutos, los pantanos de Puentes y Valdeinfierno, en Lorca⁸³. En 1768 el ingeniero Juan Escofet, entonces proyectista de la Acequia Real del Júcar, fue comisionado por el Consejo de Castilla para estudiar el futuro Canal de Murcia, del que sólo se sabe que se iniciaron las obras con fondos de la renta de Correos, con él como director⁸⁴, y que luego se abandonaron por falta de agua. En la financiación intervino Pierre Prades, el intermediario francés en el Canal Imperial de Aragón, a través de Prades & Cie.⁸⁵. Floridablanca, que era murciano, lo sustituyó por los dos grandes embalses citados, en Lorca. En 1792 el embalse de Puentes estaba acabado y el otro construido en más de la mitad; en 1789 se embalsaban ya 24 millones de varas cúbicas de agua y daban servicio de riego. La construcción se llevó a cabo con una consignación mensual de la renta de Correos⁸⁶. En 1802 el embalse de Puentes, mal construido, reventó causando

⁷⁹ J. A. BOLEA, 1978, pp. 11-13.

⁸⁰ Véase detalle en P. VILAR, 1964-1968, III, pp. 294-297.

⁸¹ P. VILAR, 1964-1968, III, pp. 298-299.

⁸² Sobre él véase F. J. TEIRA, 1977, E. VICEDO, 1981, y P. VILAR, 1964-1968, III, pp. 288-292.

⁸³ Sobre todo ello véase A. J. MULA GÓMEZ *et alii*, 1986; F. CALVO GARCÍA-TORNEL *et alii*, 1986; y R. COUCHOUD y R. SÁNCHEZ FERLOSIO, 1965.

⁸⁴ FICHOZ, n.º 000231.

⁸⁵ Según referencia de Floridablanca. Los datos sobre la construcción de canales entre 1777 y 1792, tiempo en que Floridablanca fue responsable, en A. RUMEU, 1962, pp. 141-157, y conde de FLORIDABLANCA, 1788, pp. 347-350.

⁸⁶ Las referencias, en A. RUMEU, 1962, pp. 141-145, y conde de FLORIDABLANCA, 1788, pp. 347-350.

más de 600 muertos en Lorca⁸⁷. En el Canal de Murcia, según testimonio del propio Floridablanca, se perdieron más de 40 millones de reales de vellón⁸⁸.

V

A MODO DE CONCLUSIÓN

Los hechos narrados abundan en proyectos nonatos, inacabados o erróneos, sistemas incompletos, presas mal ubicadas, embalses rotos y desviaciones presupuestarias, que muestran la complejidad de las obras y planes financieros y la escasez de técnicos. Buena parte de los ingenieros que intervinieron eran extranjeros, especialmente franceses, y también flamencos, neerlandeses e italianos; muchos de ellos habían sido, eran o acabarían siendo militares en España. Ozanam ha dejado constancia fehaciente de la intensa llegada de extranjeros cualificados que acudieron a servir al rey en el siglo, especialmente en el período 1700-1720⁸⁹. Estos individuos no acudieron por propia iniciativa; en bastantes casos fueron buscados por el Estado, y para ello el Ejército fue una importante vía de integración de profesionales⁹⁰. Muchos, como ingenieros militares, desarrollaron su actividad en obras civiles hasta que a finales de siglo la monarquía decidió crear un centro de formación específico de ingenieros, idea que fue planteada en 1785 por el canario Agustín Bethencourt o Betancourt Molina (1758-1824), inspector general de Caminos. No obstante, la escuela, concebida como órgano de la Inspección General de Caminos, no sería puesta en marcha –por el propio Betancourt– hasta 1802, con el nombre de Estudio de la Inspección General de Caminos, que al año siguiente cambió por el de Escuela de Caminos y Canales⁹¹.

Finalmente, ¿qué sentido cabe dar a todas estas obras? Contemplar el conjunto añade claridad a nuestra comprensión de la Ilustración, sin duda. Hubo una política hidráulica que tuvo dimensión doctrinal hasta que, en torno a 1750, el marqués de la Ensenada le dio una formulación política y empezó a tomar medidas efectivas. Desde entonces, los planes de obras crecieron aprovechando la cultura política creada, una cultura que vio en los caminos y canales de navegación la vía para promover la articulación mercantil de las incipientes regiones económicas, y en las obras de regadío, donde eran posibles, un recurso esencial para la política agraria. Estas ideas fueron ampliamente compartidas por los reformistas.

⁸⁷ A. J. MULA GÓMEZ *et alii*, 1986, pp. 228-239.

⁸⁸ *Apud* G. PÉREZ SARRIÓN, 1996, p. 292.

⁸⁹ D. OZANAM, 1993.

⁹⁰ La legislación que les era aplicable puede verse en J. A. PORTUGUÉS, 1764-1765.

⁹¹ A. RUMEU, 1980, pp. 279 y ss.

No obstante, los instrumentos para desarrollar las obras fueron variados; la financiación, escasa, y los efectos, tardíos. El Canal de Castilla se acometió pronto, la iniciativa fue del Estado, y se financió con ingresos fiscales regionales a un ritmo que eternizó la obra y la dejó a medias. El Canal Imperial se emprendió más tarde, dando licencia a una compañía privada y con financiación mayor y exterior; costó mucho más pero “se acabó” (llegó a Zaragoza) y sustentó una extensa reforma agraria. La deuda exterior, no obstante, afectó a la política exterior, lo que obligó a una reestatización (1772-1776) muy costosa. La Acequia del Júcar, ni eso: por muy reformista que podamos considerar al duque de Híjar, fue una iniciativa señorial, aunque al poco encontró también la protección del Estado. Es decir, se trata de tres modelos de obra totalmente distintos que compartieron, eso sí, políticos e ingenieros.

En todas ellas hubo numerosos errores de planificación y ejecución. Los canales de navegación y mixtos eran los más caros: los dos citados, en más de cuarenta años costaron casi 250 millones, el 50 % de un presupuesto anual del Estado. Hay datos para suponer que el coste real financiero fue superior. Es obvio que la monarquía nunca hubiera tenido medios financieros para desarrollar una mínima parte de los planes que había formulados a mediados de siglo, aunque desde que en 1777 dejaron de depender de Hacienda y se creó un organismo específico para las obras públicas, las construcciones experimentaron un impulso notable. Pero no dio tiempo a que los efectos se vieran: nadie preveía que llegara una revolución, ni que lo hiciera como lo hizo, en 1789. Ningún reformista concebía un futuro distinto del presente que vivía. No obstante, y por eso mismo también, los ilustrados, hasta que llegaron la revolución y la crisis de la Hacienda, se entregaron decididos a proyectar y construir canales, acequias, obras de regadío, caminos, puentes, puertos y otras hermosas obras de ingeniería. Las que desaparecieron quedan en nuestra memoria. Las que subsisten siguen suscitando respeto y admiración.

BIBLIOGRAFÍA

- ALZOLA Y MINONDO, Pablo: *Las obras públicas en España. Estudio histórico por —*, Imprenta de la Casa de la Misericordia, Bilbao, 1899.
- ARDIT, Manuel: «Transformacions agràries en la Ribera del Xúquer (segles XVI-XVIII)», en *L'escenari històric del Xúquer. Actes de la IV Assemblea d'història de la Ribera. L'Alcúdia 1986*, Ajuntament de l'Alcúdia, Valencia, 1988, pp. 69-87.
- ASSO DEL RÍO, Ignacio Jordán de: *Historia de la Economía política de Aragón*, Francisco Magallón, Zaragoza, 1798; reed. CSIC, Zaragoza, 1947.
- BARAS ESCOLÁ, Fernando, y MONTERO HERNÁNDEZ, Francisco: «Estudio preliminar» de la reedición facsimilar de la obra de Tomás SEBASTIÁN Y LATRE: *Relación individual y verídica del suceso acontecido en la ciudad de Zaragoza el día 6 de abril de 1766 y de todos sus demás progressos, formada de orden de S.M. y escrita por encargo del marqués de Castelar, Gobernador y Capitán General del Reyno*

- de Aragón, y presidente de su Real Audiencia, por* — [Imprenta del Rey, Zaragoza 1766], Librería General, Zaragoza, 1987. El trabajo ha sido reeditado también como artículo: «Crisis de subsistencias y conflictividad social en Zaragoza: el motín de 1766», *Estudios de Historia Social*, 36-37 (1986), pp. 523-546.
- BARAS ESCOLÁ, Fernando, y MONTERO HERNÁNDEZ, Francisco: «Ramón Pignatelli, la Iglesia zaragozana y el motín de 1766», en G. PÉREZ SARRIÓN y G. REDONDO VEINTEMILLAS, 1996, pp. 33-60.
- BARBIER, Jacques y KLEIN, Herbert: «Revolutionary Wars and Public Finance: The Madrid Treasury, 1784-1807», *The Journal of Economic History*, 2 (1981), pp. 315-339.
- BOLEA FORADADA, Juan Antonio: *Los riegos de Aragón. V Congreso Nacional de Comunidades de Regantes*, Sindicato Central de Riegos del Alto Aragón [Zaragoza, 1978].
- CABARRÚS, Francisco, conde de Cabarrús: *Cartas sobre los obstáculos que la naturaleza, la opinión y las leyes oponen a la felicidad pública*, s. e., Madrid, 3.^a ed., 1820 (1.^a ed., 1808).
- CALVO GARCÍA-TORNEL, Francisco; CHACÓN JIMÉNEZ, Francisco y MULA GÓMEZ, Antonio (coords.): *Agua, riegos y modos de vida en Lorca y su comarca*, Caja de Ahorros de Alicante y Murcia, Murcia, 1986.
- CAPEL, Horacio *et alii*: *Los ingenieros militares en España siglo XVIII: repertorio biográfico e inventario de su labor científica y espacial*, Universidad de Barcelona, Barcelona, 1983.
- CASAS, Antonio de las, y VÁZQUEZ, Ana: *El Canal Imperial de Aragón*, Caja Inmaculada, Zaragoza, 1999.
- CASTELLANO CASTELLANO, Juan Luis: «Bernardo Ward», en Enrique FUENTES QUINTANA (dir.): *Economía y economistas españoles*, tomo 3, *La Ilustración*, Galaxia Gutenberg y Círculo de Lectores, Barcelona, 2000, pp. 185-200.
- CAVANILLES, Josef: *Observaciones sobre la historia natural, geografía, agricultura, población y frutos del Reyno de Valencia. Por —*, Imprenta Real, Madrid, 2 vols., 1795; reed. facsímil, Albatros, Valencia, 1995.
- CAZZOLA, Franco: «Le bonifiche nella storia d'Italia dall'età moderna all'età contemporanea: qualche considerazione», en Ivan TOGNARINI (ed.): *Il territorio pistoiese e di Lorena tra '700 e '800: viabilità e bonifiche*, Edizioni Scientifiche Italiane, Nápoles, 1990, pp. 43-59.
- CIRIACONO, Salvatore: *Acque e agricoltura. Venecia, l'Olanda e la bonifica europea in età moderna*, Franco Angeli, Milán, 1994.
- *Land Drainage and Irrigation*, Ashgate, Aldershot, 1998.
- *Eau et développement dans l'Europe moderne*, Maison des Sciences de l'Homme, París, 2004.
- COUCHOUD SEBASTIÁ, Rafael, y SÁNCHEZ FERLOSIO, Rafael: *Efemérides hidrológica y fervorosa recopilada y escrita por —*, Imprenta de Silverio Aguirre, Madrid, 1965.

- CRUZ, Jesús: *Los notables de Madrid. Las bases sociales de la revolución liberal española*, Alianza, Madrid, 2000.
- DEDIEU, Jean-Pierre: «La Nueva Planta en su contexto. Las reformas del aparato del Estado en el reinado de Felipe V», *Manuscrits*, 18 (2000), pp. 113-139.
- DELGADO, Pedro: *La Real Acequia del Jarama*, Doce Calles, Colegio de Ingenieros de Caminos y CEHOPU, Madrid, 2 vols., 1995.
- ENSENADA, marqués de la, Zenón Somodevilla Bengoechea: «Representación hecha al Señor don Fernando VI por su ministro el marqués de la Ensenada, proponiendo remedios para el adelantamiento de la Monarquía y buen gobierno de ella», 1751, editado en D. OZANAM (1980).
- ESCOBEDO ROMERO, Rafael: «Redes de importación, distribución y comercialización del tabaco en los siglos XVII y XVIII: el monopolio español del tabaco entre la gestión privada y la pública», en *Actas del X Simposio de Historia Económica. Análisis de Redes en la Historia Económica*, Bellaterra, 27-29/01/2005, Bellaterra, edición en CD, s. a. [2005].
- FERNÁNDEZ DURÁN, Reyes: *Gerónimo de Uztáriz (1670-1732). Una política económica para Felipe V*, Minerva, Madrid, 1999.
- FICHOZ (Fichier Ozanam), base de datos prosopográfica relacional sobre el Antiguo Régimen español, gestionada por Jean Pierre Dedieu, CNRS, edición de 10-IX-2004.
- FLORIDABLANCA, conde de, José Moñino: «Memorial presentado al Rey Carlos III y repetido a Carlos IV, por el —, renunciando a su ministerio», 1788, en FLORIDABLANCA (1982).
- Escritos políticos. La Instrucción y el Memorial*, edición, estudio y notas biográficas de Joaquín Ruiz Alemán, Academia Alfonso X el Sabio, Murcia, 1982, pp. 287-416.
- GALIANI, Ferdinando: *Dialogues sur le comerce des bleds*, Joseph Merlin, Londres, 1770.
- GARCÍA TAPIA, Nicolás: «Ingeniería hidráulica del Canal de Castilla», en J. HELGUERA, N. GARCÍA TAPIA y F. MOLINERO (1988), pp. 161-195.
- GONZÁLEZ TASCÓN, Ignacio: *Fábricas hidráulicas españolas*, Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo/Turner, Madrid, 1987.
- GUAL CAMARENA, Miguel: *Estudio histórico-geográfico sobre la Acequia Real del Júcar*, Institución Alfonso el Magnánimo/Acequia Real del Júcar, Valencia, 1979.
- HAMILTON, Earl J.: *War and Prices in Spain, 1650-1800*, Cambridge, Harvard University Press, 1947.
- «El Banco Nacional de San Carlos (1782-1829)», en *El Banco de España. Una historia económica*, Madrid, Banco de España, 1970, pp. 199-238.
- HELGUERA QUIJADA, Juan; GARCÍA TAPIA, Nicolás y MOLINERO HERNANDO, Fernando: *El Canal de Castilla*, Junta de Castilla y León, Valladolid, 1988.

- HELGUERA QUIJADA, Juan: «Aproximación a la historia del Canal de Castilla», en J. HELGUERA, N. GARCÍA TAPIA y F. MOLINERO (1988), pp. 9-159.
- HOMAR, Juan: *El Canal de Castilla: cartografía de un proyecto ilustrado*, Ministerio de Obras Públicas/Turner, Madrid, 1992.
- KLEIN, Herbert S. y BARBIER, Jacques: «Las prioridades de un monarca ilustrado: el gasto público bajo el reinado de Carlos III», *Revista de Historia Económica*, 3, 1985, pp. 473-495.
- LASIERRA PURROY, Antonio: *Apuntes para la biografía de D. Ramón Pignatelli y Moncayo. Por el señor D. —*, Real y Excm. Sociedad Económica Aragonesa de Amigos del País y Tipografía “La Editorial”, Zaragoza, 1923.
- LLAURADÓ FÁBREGAS, Andrés: *Tratado de aguas y riegos*, Imprenta y fundición de Manuel Tello, Madrid, 1878.
- MULA GÓMEZ, Antonio José; HERNÁNDEZ FRANCO, Juan y GRIS MARTÍNEZ, Joaquín: *Las obras hidráulicas en el Reino de Murcia durante el reformismo borbónico. Los Reales Pantanos de Lorca*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Murcia, 1986.
- Novísima Recopilación [...] de las leyes de España. Dividida en XII libros. En que se reforma la Recopilación publicada por el Señor Don Felipe II en el año de 1567, reimpressa últimamente en el de 1775: Y se incorporan las pragmáticas, cédulas, decretos, órdenes y resoluciones Reales, y otras providencias no recopiladas, y expedidas hasta el de 1804. Mandada formar por el Señor don Carlos IV*, Madrid, 6 tomos en 6 vols, s. e., 1805-1807. Ed. Facsímil, BOE, Madrid, 1976.
- NÚÑEZ LÓPEZ, Paloma: «Asociaciones artesanales y posturas anticlericales. El motín de 1766 en Zaragoza», *Jerónimo Zurita*, 75 (2002), pp. 213-239.
- OLAECHEA ALBISTUR, Rafael y FERRER BENIMELI, José Antonio: *El conde de Aranda (mito y realidad de un político aragonés)*, Zaragoza, Librería General, 1969 (reed. Diputación Provincial de Huesca, 1978).
- OZANAM, Didier: «Representación del marqués de la Ensenada a Fernando VI (1751)», *Cuadernos de Investigación Histórica*, 4 (1980), pp. 67-124.
- «Les étrangers dans la haute administration espagnole au XVIIIe siècle», en Jean-Pierre AMALRIC (ed.): *Pouvoirs et société dans l'Espagne moderne: hommage à Bartolomé Bennassar*, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, 1993, pp. 217-229.
- PEIRÓ ARROYO, Antonio: «La crisis de 1763-1766 en Zaragoza y el ‘motín del pan’», *Cuadernos Aragoneses de Economía*, 3 (1981-1982), pp. 239-250.
- PÉREZ SARRIÓN, Guillermo: *El Canal Imperial y la navegación hasta 1812*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 1975.
- Agua, agricultura y sociedad en el siglo XVIII. El Canal Imperial de Aragón, 1766-1808*, Institución Fernando el Católico, Zaragoza, 1984.
- «Regadíos, política hidráulica y cambio social en Aragón, Siglos XV-XVIII», en María Teresa PÉREZ PICAZO y Guy LEMEUNIER (eds.): *Agua y modo de producción*, Crítica, Barcelona, 1990, pp. 212-270.

- PÉREZ SARRIÓN, Guillermo: «Política hidráulica y capital financiero en la España ilustrada, 1766-1792», en Guillermo PÉREZ SARRIÓN y Guillermo REDONDO VEINTEMILLAS (dirs.): *Los tiempos dorados. Estudios sobre Ramón Pignatelli y la Ilustración*, Diputación General de Aragón, Zaragoza, 1996, pp. 225-299.
- «Las redes sociales en Madrid y la Congregación de San Fermín de los Navarros, siglos XVII y XVIII», comunicación presentada al X Simposio de Historia Económica, Bellaterra 27/29-I-2005, inédita.
- «Los franceses y la crisis financiera de la Ilustración en España», *Spagna Contemporanea*, 27, Turín (en prensa).
- PERIS ALBENTOSA, Tomás: *Regadío, producción y poder en la Ribera del Xúquer. La Acequia Real de Alzira, 1258-1847*, Generalitat Valenciana/Confederación Hidrográfica del Júcar, Valencia, 1992.
- PIEPER, Renate: *La Real Hacienda bajo Fernando VI y Carlos III (1753-1788): repercusiones económicas y sociales*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1992.
- PORTUGUÉS, Joseph Antonio: *Colección general de las ordenanzas militares, sus innovaciones, y aditamentos: dispuesta en diez tomos, con separacion de clases*, Antonio Marín, Madrid, 1764-1765, 11 vols.
- PRADELLS NADAL, Jesús: *Diplomacia y comercio. La expansión consular española en el siglo XVIII*, Universidad de Alicante/Instituto de Cultura "Juan Gil-Albert", Alicante, 1992.
- RUMEU DE ARMAS, Antonio: *El testamento político del conde de Floridablanca*, CSIC, Escuela de Historia Moderna, Madrid, 1962.
- Ciencia y tecnología en la España ilustrada. La Escuela de Caminos y Canales*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos/Turner, Madrid, 1980.
- SAMBRIÑO, Carlos: «La lógica de los canales en la cultura de la razón», en VV.AA., *El Canal de Castilla*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1986a, pp. 39-58.
- «La ordenación del territorio como utopía real en la España ilustrada», en VV.AA., *El Canal de Castilla*, Valladolid, Junta de Castilla y León, 1986b, pp. 13-38.
- Territorio y ciudad en la España de la Ilustración*, Ministerio de obras Públicas y Transportes/Intituto del Territorio y Urbanismo, 2 vols, Madrid, 1991.
- SÁNCHEZ LÁZARO, Teresa: *La obra de Carlos Lemaury en España: el canal de Guadarrama*, Universidad Complutense, Madrid, 1992.
- Carlos Lemaury y el Canal de Guadarrama*, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1995.
- SÁNCHEZ TARAMAS, Miguel: *Tratado de fortificación o arte de construir los edificios militares y civiles. Escrito en inglés por Juan [John] Muller. Traducido en castellano, dividido en dos tomos y aumentado con notas, adiciones y 222 láminas finas sobre las 26 que ilustran al original*, Thomas Piferrer, Barcelona, 1769.
- SÁSTAGO, conde de, Vicente Fernández Córdoba Glimes: *Descripción de los Canales Imperial de Aragón y Real de Tauste. Dedicada a los augustos soberanos D. Carlos IV y D.^a María Luisa de Borbón*, Francisco Magallón, Zaragoza, 1796 (reedita-

- do en la miscelánea *Canal Imperial de Aragón*, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 2 tomos, Madrid, 1984).
- TEDDE DE LORCA, Pedro: *El Banco de San Carlos (1782-1829)*, Alianza, Madrid, 1988.
- TEIRA VILAR, Francisco Javier: *El régimen jurídico de aguas en el llano de Lérida (siglos XII a XVIII)*, Universidad de Barcelona, Barcelona, 1977.
- ULLOA, Bernardo: *Restablecimiento de las fábricas y comercio español. Errores que se padecen en las causas de su [de]cadencia, cuáles son los legítimos obstáculos que le destruyen y los medios eficaces de que florezca*, Antonio Marín, Madrid, 1740. Edición y estudio preliminar de Gonzalo Anes, Instituto de Estudios Fiscales/Antoni Bosch editor, Madrid, 1992.
- UZTÁRIZ, Gerónimo de: *Theórica y práctica de comercio y de marina*, Madrid, 1724; reed. Aguilar, Madrid, 1968.
- VAUBAN, marqués de, Sébastien Le Prestre de Vauban: *Écrits divers sur l'économie*, texto de presentación de Jean-François Pernot, Les Amis de la Maison Vauban, Saint-Léger-Vauban, 1996.
- Projet d'une dixme royale*, texto de presentación de Jean-François Pernot, Association des Amis de la Maison Vauban, Saint-Léger-Vauban, 1988.
- VICEDO RIUS, Enric: «Propietat, accés a la terra i distribució dels ingressos a la Lleida del segle XVIII», *Recerques*, 12 (1981), pp. 57-90.
- VILAR, Pierre: *Catalunya dins l'Espanya moderna. Recerques sobre els fonaments econòmics de les estructures nacionals*, Edicions 62, Barcelona, 1964-1968, 4 vols. Ed. original en VI^{ème} Section de la École Pratique des Hautes Etudes, SEVPEN, París, 1962, 4 vols. Ed. en castellano, Crítica, Barcelona, 1978-1988, 3 vols.
- VV. AA.: *El Canal de Castilla*, Junta de Castilla y León, Madrid, 1986.
- WARD, Bernardo: *Proyecto económico en que se proponen varias providencias dirigidas a promover los intereses de España, con los medios y fondos necesarios para su planificación. Escrito en el año 1762 por —*, Joaquín Ibarra, Madrid, 1779. Edición y estudio preliminar de Juan Luis Castellano Castellano, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 1982.

ÍNDICE ABREVIADO DEL VOLUMEN II

EL SIGLO DE LAS LUCES. DE LA INGENIERÍA A LA NUEVA NAVEGACIÓN

| | |
|--|-----|
| Presentación: Del agotamiento renacentista a una nueva ilusión | 9 |
| 1. La renovación de la actividad científica en la España del siglo XVII y las disciplinas físico-matemáticas. <i>Víctor Navarro Brotons</i> | 33 |
| 2. Ciencia, técnica y poder. <i>Siro Villas Tinoco</i> | 75 |
| 3. Sobre la institución y el desarrollo de la ingeniería: Una perspectiva europea. <i>Irina Gouzevitch y Hélène Vérin</i> | 115 |
| 4. Institucionalización de la ingeniería y profesiones técnicas conexas: misión y formación corporativa. <i>Manuel Silva Suárez</i> | 165 |
| 5. Consideraciones sobre el léxico “técnico” en el español del siglo XVIII. <i>Pedro Álvarez de Miranda</i> | 263 |
| 6. La arquitectura de arquitectos e ingenieros militares: diversidad de lenguajes al servicio del despotismo ilustrado. <i>Arturo Ansón Navarro</i> | 291 |
| 7. Ciencia, técnica e ingeniería en la actividad del cuerpo de ingenieros militares. Su contribución a la morfología urbana de las ciudades españolas y americanas. <i>Horacio Capel Sáez</i> | 333 |
| 8. Ingeniería y obra pública civil en el Siglo de las Luces. <i>Juan José Arenas de Pablo</i> | 383 |
| 9. La política de construcción de canales. Una aproximación. <i>Guillermo Pérez Sarrión</i> | 429 |
| 10. La fortificación española en los siglos XVII y XVIII: Vauban, sin Vauban y contra Vauban. <i>Fernando Cobos Guerra</i> | 469 |
| 11. Navegación e hidrografía. <i>Manuel Sellés García</i> | 521 |
| 12. Construcciones, ingeniería y teóricas en la construcción naval. <i>Julián Simón Calero</i> | 555 |