



Editorial UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Sevilla, 2021

Instituto Universitario  
de Arquitectura y  
Ciencias de la Construcción

**ARQUITECTURA**

**ARQUITECTURA DE LOS  
PANTANOS EN ESPAÑA**

Eduard Callís Freixas

COLECCIÓN ARQUITECTURA  
TEXTOS DE DOCTORADO DEL IUACC  
Número: 58

Colección dirigida por  
Antonio Tejedor Cabrera y  
Marta Molina Huelva



Calidad en  
Edición  
Académica  
Academic  
Publishing  
Quality



Promovido por



COMITÉ CIENTÍFICO: Darío Álvarez Álvarez, Pilar Chías Navarro, Helena Coch Roura, Fernando Espuelas, José Fariña Tojo, Alberto Ferlenga, Carmen Jordá Such, Paulo B. Lourenço, Luis Martínez Santa-María, Víctor Pérez Escolano, Mercedes del Río Merino, Santiago Sánchez Beitia, Ricardo Sánchez Lampreave, Jorge Torres Cuelco.

CONSEJO DE REDACCIÓN: José Manuel Aladro Pietro, Enrique Domingo Fernández Nieto, Rafael García-Tenorio García-Balmaseda, Pedro Górgolas Martín, Félix de la Iglesia Salgado, Mercedes Linares Gómez del Pulgar, Esteban de Manuel Jerez, Marta Molina Huelva, Paloma Rubio de Hita, Domingo Sánchez Fuertes, José Sánchez Sánchez, Carlos Tapia Martín, Antonio Tejedor Cabrera.

Colección con Sello de Calidad en Edición Académica CEA-APQ avalado por la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), promovido por la Unión de Editoriales Universitarias Españolas (UNE)

© Editorial Universidad de Sevilla 2021  
C/ Porvenir, 27  
Tel. (+34) 95 448 74 47 y (+34) 95 448 74 44  
Fax (+34) 95 448 74 43  
Correo electrónico: eus4@us.es  
Web: <https://editorial.us.es>

© Instituto Universitario de Arquitectura y  
Ciencias de la Construcción (IUACC) 2021  
Avda. Reina Mercedes, 2  
Tel. (+34) 95 455 16 30  
Fax (+34) 95 455 70 24  
Correo electrónico: [iuacc@us.es](mailto:iuacc@us.es)  
Web: [www.iuacc.us.es](http://www.iuacc.us.es)

IUACC  
Director: Antonio Tejedor Cabrera  
Secretario: Antonio García Martínez  
Personal de ayuda a la investigación: Cristina Cisneros Rodríguez y Germán Herruzo Domínguez

© Eduard Callís Freixas 2021  
[unparell@unparellarquitectes.cat](mailto:unparell@unparellarquitectes.cat)

Diseño: Restituto Bravo-Remis y Gestión de Diseño, S.L.  
Maquetación: Jorge García Vila y Juan Miguel Carabel Lema  
Impresión: Imprenta Sand S.L.  
Impreso en papel ecológico

ISBN: 978-84-472-2310-7  
Depósito Legal: SE 2401-2021

Todos los derechos reservados.  
Queda prohibida cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización previa por escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

*A la Silvia*



# Índice

<b>Prólogo</b> .....	9
<b>Introducción</b> .....	14
<b>Todo en uno</b> .....	26
Gaitanejo	
<b>Cortijos y rascacielos</b> .....	38
Jándula	
<b>Contrafuertes</b> .....	58
Estanque de Guadalupe / Presa de contrafuertes de 90 metros de altura	
<b>Mundo interior</b> .....	80
Salime	
<b>Pactar con la cerrada</b> .....	104
Aldeadávila	
<b>Modelar el paisaje</b> .....	122
Canelles	
<b>Revolución de la forma</b> .....	142
Susqueda	
<b>Apilar</b> .....	158
Tous I y II	
<b>Superponer estructuras</b> .....	176
Puentes I, II, III y IV	
<b>Mares de interior</b> .....	194
La Almendra	
<b>Grande y potente</b> .....	216
<b>Bibliografía</b> .....	245



# Prólogo

Xavier Monteys Roig

## Hechos incontestables

Tienen en sus manos una tesis doctoral, la del arquitecto Eduard Callís, convertida en una publicación. Una operación que suele abordarse con aprehensión, debido a que siempre supone recortar y resumir un texto académico, para reconocer finalmente que la poda del trabajo, con todo, ha sido útil, la prueba de ello es este libro, que sigue manteniendo al igual que su texto predecesor, un carácter emocionante debido a los hechos que se recogen y al modo de presentarlos. Los arquitectos encontrarán en estas páginas una invitación a que la arquitectura se mire en estas obras de ingeniería ante las cuales no cabe más que descubrirse, y aprenda de ellas y de las vicisitudes que han conducido a su construcción. Los ingenieros verán en qué cosas basamos los arquitectos nuestra admiración y reconocimiento, ya que vemos en ellas “arquitectura” que trasciende la mera obra y se enraíza en el paisaje y en la épica de nuestro país.

## Orografía, carácter y temperamento

Examinar la arquitectura de los pantanos en España, equivale a hacer un examen de la península ibérica, de su forma, de su relieve, de sus cuencas

y, más allá, de a qué océanos y mares vierten sus aguas y así tomar conciencia de este país atlántico y mediterráneo. Verlos como la manifestación de nuestra orografía y expresión de cómo nos procuramos y administramos el agua, que a su vez es definidora de nuestro temperamento. El hecho de ser este un país de presas, España tiene más de 1500, no puede verse sin reconocer su geografía y sin entender nuestro temperamento. Así su naturaleza es la de este país, pocas cosas encajarían tan bien con su geografía y sus personajes. Su naturaleza, que hay que buscar en el peso de la fisiografía, cuencas, valles, congostos y cerradas son su medio y acaban convirtiéndose en sus extensiones. Mientras que los viaductos deben trazarse salvando obstáculos y a la contra de la orografía, siendo laxas con sus pendientes y buscando la vertical de sus soportes, las presas tratan de completarla, incluso podríamos decir de repararla y colocarse con pericia interpretando esos lugares para conseguir su propósito, buscando el nivel de sus aguas contenidas y construyéndose sin el amparo del ángulo recto. De entre las diferentes infraestructuras y obras públicas realizadas en nuestro país, los pantanos son los que tal vez retratan mejor su carácter y su naturaleza. En ellos la palabra “construcción” tiene un sentido particular ligado estrechamente a los lugares en los que se implantan, y aunque los aspectos que se ponen de relieve en este libro nos muestran afinidades entre los que componen esas familias, los sitios y las cerradas elegidas para su construcción son los verdaderos responsables de su forma.

Los pantanos tratan de corregir las características de la orografía para resolver el problema del abastecimiento de agua, dado nuestro régimen pluviométrico, tal y como señala E. Callís: “Confluyen en España unas condiciones hidrográficas paupérrimas, con un sistema orográfico y geológico que ofrece un sinfín de portillos de gran calidad. Por decirlo de otro modo, coexiste en el mismo territorio una dificultad de acomodo con una herramienta para resolverla”. Cuestiones estas que hoy están también vinculadas plenamente con el debate sobre la España llena y la vacía. Situarnos en los pantanos, eligiéndolos como punto de observación, permite encararnos a nuestro país encontrando en ellos los mismos rasgos que encontraríamos en el jardín hispano musulmán, tan atento a extraer el máximo provecho de nuestra orografía y al agua, siempre difícil en nuestro clima, obtenida por acequias que obligan a tallar laderas en paratas, construir tapias y cañadas de barro para preservar la humedad, como recogía el Manifiesto de la Alhambra en 1953, al dedicar a los jardines una mención especial, señalándolos como los invariantes que llevaron a dar forma a nuestro paisaje y de los que estos pantanos son su expresión superlativa.

## La arquitectura de los pantanos. ¿Qué significa?

Los pantanos reunidos en este libro no atienden a establecer un orden incontestable, como podría ser el derivado de la cronología de su construcción, o de su capacidad de almacenamiento o de la altura de la presa, tampoco se trata de todos los pantanos o de los de una cuenca o de destacar la biografía de algunos de sus responsables. Se trata de una reunión intencionada, atendiendo a diez aspectos que explican diferentes familias de pantanos construidos en España. Se podría decir, atendiendo al título de este libro, que la *arquitectura* comienza en el hecho de la reunión misma, tanto en la elección de los elementos que se reúnen, como en su jerarquía. La reunión configura una colección construida según aspectos que ayudan a hacer visible la arquitectura que hay en ella.

Los nombres de los capítulos que recogen estos ejemplos dejan ver las diferentes ópticas que se han empleado para la observación de estos pantanos de los que se resaltan ciertos aspectos. Títulos como *Mares de interior* o *Pactar con la cerrada* revelan, al igual que *Modelar el paisaje*, el lugar en el que estas colosales obras se han levantado. Otros interpelan propiamente a su construcción y sus avatares, como *Contrafuertes*, *Superponer estructuras* o *Apilar. Todo en uno* o *Mundo interior* abordan aquellos casos que se han propuesto modelar una construcción con un peso importante de la imaginación de las formas y espacios que han conseguido verdaderos edificios, al igual que *Cortijos y rascacielos*. Se podría decir que la construcción de esta colección a partir de estos pantanos guarda cierto paralelismo con un hecho como es el del vocabulario propio de estas construcciones, llamado acertadamente *Caja de herramientas* y que explica por sí solo el grado de especialización de la ingeniería de presas. El vocabulario forma parte indisoluble de estas obras y sugiere aquí, la “construcción” de un texto que dé respuesta al objeto de dicha construcción, a su propósito y al lugar en el que “encaja”. Palabras, nombres referidos a objetos, procedimientos, materiales o accidentes geográficos que comparten todos estos pantanos, pero cada uno compone con ellos una frase, un texto distinto cuyo significado debe buscarse en aquel lugar concreto.

## Construcción en estado puro

Otra característica de estos pantanos es su puesta en obra, la construcción que no admite ni frivolidades ni errores, construcción en estado puro como menciona el autor. Hay vidas humanas en juego y también miseria

económica si la obra se abandona. Cualquier problema que se manifieste en estas construcciones es motivo de reparaciones que aquí tienen un sentido muy particular y aquello que los originó es inmediatamente incorporado a nuevas obras que aprenden de estos errores de apreciación cuando los hubo. La formidable reparación a la que fue sometido el cuenco del aliviadero de Ricobayo, es un ejemplo del alcance que el término construcción tiene en estas obras. La arquitectura debe interrogarse sobre estas construcciones, en un momento en el que parece abandonada a todo tipo de especulaciones diletantes y reconciliarse con el sentido práctico y la trascendencia de nuestro trabajo.

Aquí nos encontramos frente a una construcción en grande, como alude el nombre del epílogo del libro. Las cifras de estas construcciones hablan por sí solas al igual que las cifras de sus logros, tanto en almacenaje de agua, o en hectáreas de regadío, como en producción de energía. Basta ver el efecto de las aguas embalsadas del pantano de La Almendra, para darse cuenta que produce una transformación tal, que lleva a la expresión *Mares de interior*. La movilización de recursos previos a los trabajos, que en muchos casos llevan a construir vías de acceso, fabricar áridos y verdaderos pueblos, algunos para alojar 1000 trabajadores, lo que supone una preparación imposible de pasar por alto y hace necesario una estrategia para abordar la construcción, tan importante como el cálculo numérico de una presa bóveda. Al igual que el mismo trabajo de vertido del hormigón en grandes masas, cuya maniobra es equiparable a dirigir las operaciones de carga o descarga de un gran buque petrolero. Todo ello sin olvidar la época, la posguerra española, y su escasez de materiales y de recursos económicos. Unas condiciones que, en el campo de la construcción, siempre han contribuido a agudizar el ingenio y a sacar un gran provecho a lo poco de lo que se disponía. Una forma de proceder que dio forma, en el seno de la empresa Saltos del Duero, a lo que se conoce como Escuela del Duero, como se recoge en el texto, “no en vano la oficina técnica tenía como lema: *Nosotros no construimos una presa sino para hacer la siguiente.*”

De la naturaleza de estas construcciones hablan los dibujos de las plantas y secciones que, sin proponerse ser un revulsivo de nada, muestran sin ambages la naturaleza práctica de su razón de ser, sin decoraciones ni acompañamientos de ninguna clase y sin la necesidad de tener que agradar a nadie, solo contribuir a la construcción. Se hace muy presente en ellos la ausencia de ángulos rectos y se hace evidente que como objetos están incompletos, si no es con la ayuda del terreno en el que se “encaja”,

mostrado mediante cortes y curvas de nivel. Sin embargo, esta construcción en estado puro lleva asociada una hermosa imperfección que como señala el autor, no deja indiferente a ningún arquitecto o persona interesada en la construcción. Son obras para ser contempladas con unos ojos distintos a los que juzgarían un quiosco, una casa o una escuela. Su tamaño lo hace inevitable y el juicio sobre ellas se hace a la distancia que haga posible apreciar la presa en el medio al que sirve y al que completa. Pero al acercarnos lo suficiente descubrimos cómo están hechas y lo expresivo de las señales e imperfecciones dejadas por el tiempo de construcción sobre sus paramentos, entonces instintivamente abrimos la mano y palpamos, y en ese momento empequeñecemos instantáneamente.

### **¿Qué buscamos en ellos?**

Lo que perdimos. Lo que ya no somos si alguna vez lo fuimos. El arrojo, la “visión”, la anticipación –sinónimos de proyección–, que dirigió el trabajo de sus responsables y que dejan el término “proyecto” como apenas nada. Seguramente también sentimos nostalgia por la ausencia de estos valores tanto en la arquitectura como en los hechos y acontecimientos contemporáneos. Y no resulta extraño que así sea ya que muy probablemente las presas y pantanos que aquí se recogen, ni siquiera sería hoy posible plantearse, como se hace evidente a lo largo de las páginas de este libro.



# Introducción

*España está en el foco de la historia de la construcción de presas. Los españoles combinaron y desarrollaron por sí mismos el concepto romano de almacenamiento de agua y las técnicas musulmanas para su utilización, junto a su reconocimiento de la importancia de una ley de aguas. Y mientras que España llevó estos logros a América, otros países vinieron aquí a aprender y a llevar lo aprendido a otros lugares. España fue la cuna de la construcción de presas moderna. (Norman Smith, 1970).<sup>1</sup>*

## Los pantanos en España

El reconocimiento a la aportación de España en el campo de las presas llega en 1970 por partida doble. En aquel momento, cuando el país alcanza las quinientas grandes presas<sup>2</sup> construidas, el historiador Norman Smith publica *The heritage of Spanish Dams* donde reconoce el importante legado español en la materia y el ingeniero José Torán es designado presidente del Comité Internacional de Grandes Presas.

Estas menciones no son casuales. Les precede la década más intensa en construcción de obras hidráulicas, a razón de una media de veintidós presas

terminadas anualmente<sup>3</sup>. La efervescencia de la práctica proyectual tiene una traslación directa en la evolución tipológica y técnica, empujada por la progresiva complejidad de los retos a resolver. Empezaba a superarse así la precariedad de posguerra que, si algo de bueno trajo, fue el fomento de la audacia y el ingenio como única forma de hacer frente a unas condiciones de completo aislamiento y falta de medios.

Las realizaciones de los años treinta del siglo XX ya ocupaban los primeros puestos mundiales por dimensiones, con una tecnología y puesta en obra equiparables a la de otros países avanzados, entre los cuales existían canales para la transferencia de conocimientos. Al arte de embalsar y desviar las aguas en España, le precede una historia trufada de episodios dorados, de mayor relevancia si cabe, ante la falta de bases de cálculo racionales y sobre todo de referentes.

El legado de este dilatado empeño en atar las aguas se materializa en mil quinientas treinta y una presas, según el *Inventario de Presas y Embalses* de 2015<sup>4</sup>. España ha ostentado durante las últimas décadas el quinto puesto mundial en número de grandes presas. Sin embargo, un pormenorizado recuento realizado por cada una de las comisiones nacionales, cifra la cantidad de diques con estas características en mil sesenta y dos, relegando el país a la novena posición. Lo encabeza China que, con 23.842 grandes presas, supera la suma de los ocho siguientes países destacados. Le sigue Estados Unidos con 9.265, India con 5.102 y Japón con 3.116. Brasil, Corea del Sur, Canadá, Sudáfrica y España superan el millar.<sup>6</sup>

En este contexto, es importante destacar que España comparte una latitud similar con los países con mayor cantidad de grandes presas, es el tercer país menos extenso y el segundo por la cola en cuanto a población.

Más de la mitad de las presas españolas tiene una altura inferior a 30 m, una cuarta parte entre 30 y 60 m y solo un 3% supera los 100 m, siendo la bóveda de La Almendra la más alta con 202 m. Desde el punto de vista tipológico, el país presenta una singularidad en el bajo porcentaje de las presas de materiales sueltos en relación con la media. Aunque esta diferencia se acorta los últimos años<sup>7</sup>, las presas de materiales sueltos representan poco más de una tercera parte, frente al 60% de las presas de gravedad. El resto se lo reparten las tipologías de contrafuertes, bóveda y presas móviles.

La capacidad de embalse de las presas españolas supera los 63.818 hm<sup>3</sup> permitiendo regular un 46% de los recursos de agua frente al 9% que

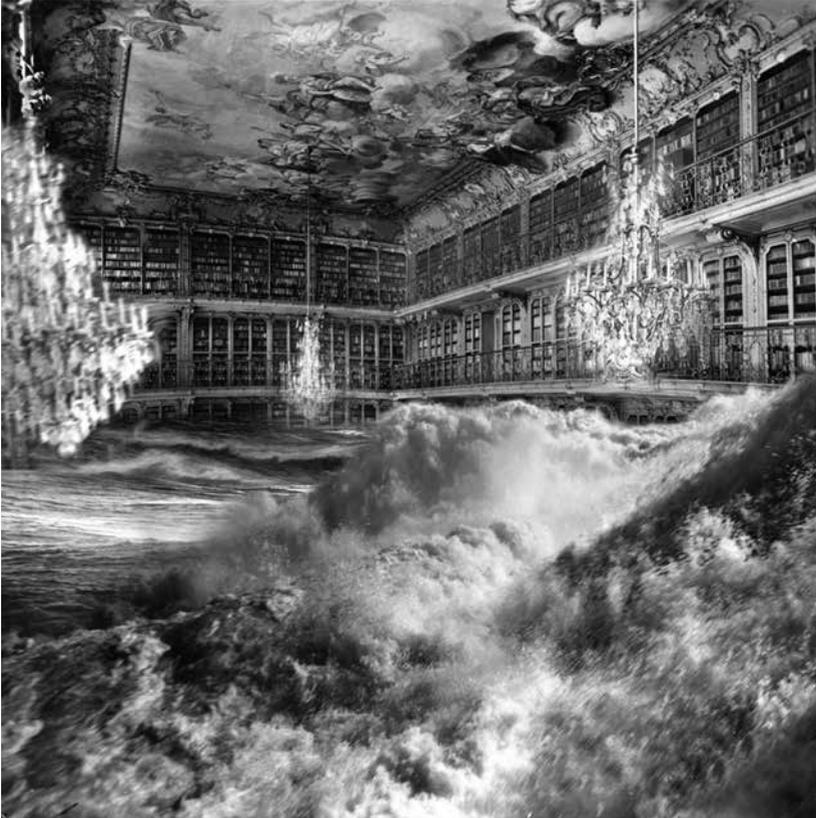
correspondería de forma natural. Un centenar de pantanos concentran el 98% de las reservas, entre los que destacan los 3.219hm<sup>3</sup> de La Serena. El agua embalsada a máxima capacidad sería suficiente, en condiciones ideales, para atender durante dos años la demanda de todo el país y durante 500 años el consumo de la ciudad de Barcelona.

Las aguas de algunos embalses quedan retenidas por más de una presa, complementando el dique principal o cerrando collados laterales. Esto explica que el número de embalses sea inferior al de presas, con un total de mil trescientos ochenta y tres. Es difícil no ver ningún pantano sobrevolando el país. De hecho, un mapa de España puede leerse como un tramado de manchas azules, agrupadas con diferentes densidades, pero presentes en todo el territorio. Lo cartografiado, que corresponde a la máxima capacidad, suma una superficie de agua de 3.249km<sup>2</sup>, una extensión equivalente a la provincia de Álava.

Son diversos los usos que atienden las presas, pero tres cuartas partes de las instalaciones están planteadas en respuesta a un único requerimiento. El agua almacenada se destina principalmente a la agricultura, lo que ha permitido la puesta en regadío de 27.000km<sup>2</sup> de cultivos, que representa un 80% de la superficie regada. El 15% satisface el consumo doméstico para el abastecimiento de treinta millones de habitantes, más de dos tercios de la población, y el 5% restante a usos industriales. Las centrales hidroeléctricas españolas tienen una potencia instalada de 18.319MW, y aportan un 15% de la energía consumida. El peso en la producción energética, que en los años sesenta era de más de la mitad, se ha reducido progresivamente con la entrada en funcionamiento de instalaciones térmicas y nucleares.<sup>8</sup>

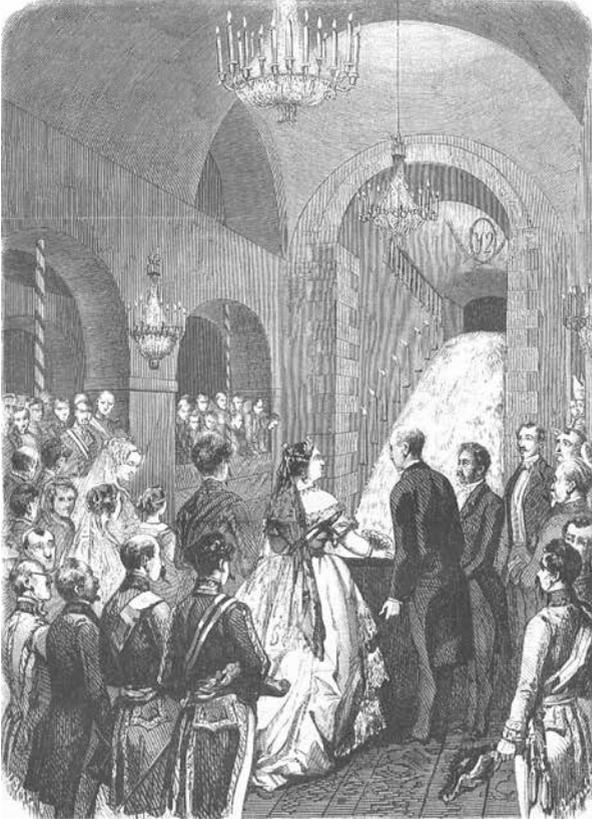
Desde el punto de vista orográfico, podemos definir la península como una meseta central elevada, rodeada por frentes montañosos en tres de sus caras: la cordillera Cantábrica, el sistema Ibérico y Sierra Morena. Formando un bis a bis con este núcleo, como las aspas de un molino, se dispone la depresión del Ebro entre los Pirineos y el sistema Ibérico y la depresión del Guadalquivir entre Sierra Morena y el sistema Penibético. La mitad de este marco físico está ocupado por formaciones montañosas, lo que sumado al elevado nivel de la meseta da lugar a una altitud media de 660m, solo superada en Europa por Austria y Suiza.

Fruto de esta fisiografía, la divisoria de aguas peninsular queda claramente descentrada hacia el este, dibujándose ríos más largos y caudalosos en la vertiente atlántica. A excepción del Ebro, los cauces son cortos en el levante



y muy cortos en las costas del mar Cantábrico y mediterránea andaluza. Tanto la altitud de la meseta como la proximidad de las cordilleras al mar configuran unos ríos de trazado escalonado; son cursos que no resuelven todo el desnivel en su tramo inicial sino que deben superar sucesivos portillos hasta cerca de la desembocadura.

Los frentes atlánticos retenidos en la cordillera Cantábrica dan lugar a una zona norte con precipitaciones abundantes y regulares, detrás de la cual se extiende una meseta de clima continental y lluvias escuetas. El arco mediterráneo presenta un clima más moderado, aunque igualmente seco; una sequía que se agudiza en la parte sur. Donde menos llueve, lo hace además de forma completamente irregular, concentrado en unos pocos días de intensos chubascos entre largos períodos de sequía. A la



divisoria geográfica norte-sur descentrada a oriente, se le superpone una partición pluviométrica este-oeste, extremadamente desplazada hacia el norte.

Confluyen en España unas condiciones hidrográficas paupérrimas con un sistema orográfico y geológico que ofrece un sinfín de portillos de gran calidad. Por decirlo de otro modo, coexiste en el mismo territorio una dificultad de acomodo con una herramienta para resolverla. En este sentido, no es de extrañar que hasta los años treinta del siglo XX, predominasen las obras hidráulicas destinadas al regadío, especialmente en la vertiente mediterránea. Es a partir de los cincuenta que la construcción de presas toma relevancia en la vertiente atlántica, fuertemente impulsada por la industria hidroeléctrica. Los ríos caudalosos y constantes del norte, junto a los tramos

Fig. 0.3 - Traída de aguas a Madrid. Inauguración del canal de Lozoya. El Museo Universal, núm. 13, 15 de julio de 1858, p. 100.

finales del Duero y el Tajo, serán óptimos para la explotación eléctrica, sumándose a los pioneros sistemas del Pirineo.

Las presas romanas para el abastecimiento urbano, el sofisticado sistema musulmán de regadío ampliado con las espléndidas presas levantinas de los siglos XVI y XVII, las antiguas presas extremeñas de contrafuertes desarrolladas a lo largo de los siglos XV y XVIII o las atrevidas propuestas del reinado de Carlos III, escriben capítulos esplendorosos en el arduo trabajo para la domesticación del agua. La corriente regeneracionista de finales del siglo XIX, con la figura de Joaquín Costa al frente, dotará de un enfoque global a este reto, imaginando el conjunto del país como un sistema en red para equilibrar el déficit hídrico. Esto conducirá a ambiciosos planes de regadío, acompañados de programas de financiación y de la instauración de un órgano de gobierno de la unidad fluvial: la confederación hidrográfica. En definitiva, es la extensión y tecnificación de un modelo de administración practicado por las comunidades de regantes. La industria hidroeléctrica supondrá la superposición de otra estructura de gestión y de poder, que también leerá la hidrografía como una compleja red de conexiones.

Domesticar el agua ha sido la principal tarea de los pobladores de la península a lo largo de milenios, a pesar de que la reputación recaiga en quien más propaganda haga. El reconocimiento de Norman Smith no solo subyace en episodios puntuales, sino en una cultura del agua basada en la sedimentación de conocimientos e intervenciones. Son períodos que podemos leer en conjunto, motivados por un mismo afán, aunque a veces presentan inexplicables desconexiones. Pocos aspectos como la domesticación del agua tienden un cauce continuo capaz de explicar la historia de España; es la historia de la apropiación de un lugar, de cómo hacer amable un hábitat, en la que cada cultura, dinastía o gobierno da su enfoque particular.

## Arquitectura de los pantanos

Ante la progresiva especialización profesional, las presas, por su escala y complejidad, han quedado reservadas exclusivamente al ejercicio del ingeniero, frente a la aproximación que se pueda dar desde otras disciplinas a obras civiles como carreteras, puentes o puertos. La presa requiere una preparación específica altamente cualificada porque no tolera matices en el éxito del resultado. Los cambios que induce en el emplazamiento son tan grandes que cualquier descuido puede resolverse en una catástrofe, o como mínimo en el abandono de una inversión descomunal o costosas