

Tecnología y sostenibilidad en la ingeniería española de la Ilustración: el Canal de Castilla

Noelia Frechilla Alonso
M^a Almudena Frechilla Alonso

Tal y como afirma Terán (1988), «era forzoso que la mejora de los desplazamientos, los transportes y las comunicaciones recibiesen especial atención en un proyecto de modernización y de revitalización económica como el que se trató de poner en marcha, vehementemente unas veces, parsimoniosamente otras, en la España de la Ilustración». Apunta el mismo autor que resulta lógico, por tanto, que la navegación interior –junto con la construcción del sistema de carreteras– configurase una parte esencial del plan para lograr alcanzar este objetivo.

En este contexto, el Canal de Castilla se erigió como una de las más ambiciosas obras hidráulicas incluidas en la estrategia de renovación económica impulsada por el Despotismo hispano. Mediante la apertura de esta nueva vía de transporte fluvial –que enlazaría el camino de Reinosa con el puerto de Guadarrama configurando un proyecto de comunicación global– no sólo se pretendió superar la incomunicación física causada por la abrupta orografía y la limitada red de vías que atravesaba la franja más septentrional de la península, sino también el aislamiento político derivado del afianzamiento de la Corona Portuguesa, que obstaculizó la posibilidad de hacer de Oporto el puerto de Castilla a través del Duero.

El objetivo fundamentalmente comercial de dar salida al vino, la lana y el cereal producidos en la meseta castellano-leonesa –no en vano era conocida como el «granero de España»– se implementó con la posibilidad de abastecer de agua y riego a las pobla-

ciones ribereñas, aportando mayores contraprestaciones de las inicialmente previstas.

Para llevar a cabo tan titánica infraestructura, el marqués de la Ensenada –ilustrado impulsor del proyecto– encargó al matemático y marino Antonio Ulloa el estudio preliminar de actuaciones similares llevadas a cabo en otros países. Resultó lógico que se buscara asesoramiento extranjero, habida cuenta de la inexistencia de precedentes de una obra de tal envergadura en nuestro país. El éxito logrado con la construcción de los grandes canales franceses, durante los siglos XVI y XVII, centró la atención del español, quien reclutó al ingeniero militar Carlos Lemaur –formado en la escuela gala– para acreditar la viabilidad de la intervención. El Canal de Languedoc o de Midi –realizado entre 1666 y 1681 por Pierre-Paul Riquet bajo la política de Luis XIV – fue el proyecto de referencia para la experiencia castellana, haciendo suyas gran parte de las soluciones técnicas y constructivas que lograron hacer navegable su cauce.

Tras casi un siglo de intermitente y compleja construcción, la crisis económica surgida apenas una década después de su conclusión, y la pérdida de competitividad frente al ferrocarril, como vía de transporte de mercancías, dio al traste con su principal aspiración primitiva, manteniendo su función como acequia de riego y reconduciendo su utilidad hacia la explotación industrial.

La comunicación centra su atención en el análisis de la tecnología que hizo posible la realización de tan excepcional proyecto, haciendo hincapié en los siste-

mas ingenieriles que logaron la continuidad de su trazado. Para completar la perspectiva se incluye un apartado acerca de las instalaciones y construcciones fabriles que proliferaron a lo largo de sus 207 kilómetros de recorrido, aprovechando la energía producida en sus saltos de agua.

ANTECEDENTES DE LA NAVEGACIÓN INTERIOR EN CASTILLA

Conviene subrayar que ya durante los siglos XVI y XVII, el cabotaje interior había generado en nuestro país gran interés, logrando considerables avances en ingeniería hidráulica, tal y como recoge el tratado «Los veintidós libros de los ingenios y de las máquinas» atribuido a Juanelo Turriano. De hecho, los primeros antecedentes del proyecto de navegabilidad castellano se remontan al reinado de Fernando «el Católico», quien, mediante Real Provisión fechada el 10 de octubre de 1509, permitió al Ayuntamiento de Valladolid recaudar 1500 ducados «con el objetivo de indemnizar a los dueños de las pesqueras del Pisuerga por los perjuicios que se les ocasionaría con las obras que se iban a emprender para hacer navegable dicho río» (Helguera 1990, 14).

Sin embargo, no fue hasta la regencia de Maximiliano de Austria, entre 1548 y 1550, y bajo su auspicio, cuando vieron la luz dos significativos planteamientos que aportaron soluciones meridionalmente diferentes al problema de comunicación de la meseta con el mar.

Por un lado, un equipo de ingenieros alemanes –formado por Cristóbal Faistüçer, Maestre Leonardo y un

tercer operario compañero de éste último– llamados a la Corte por el regente, expusieron la factibilidad de llevar a cabo la navegación a través del propio cauce del Pisuerga –impensable hasta entonces debido a las fuertes pendientes y al caudal irregular del río– mediante la construcción de un sistema de esclusas no visto hasta el momento en España. La relación de la expedición germana y sus conclusiones ha sido recogida y expuesta por Cano de Gardoqui (1992; 2012).

Radicalmente opuesta fue la opinión del visitador real Bustamante Herrera quien, tras descartar la navegabilidad del río vallisoletano, propuso un tridente de canales navegables y de riego paralelos a la rivera, con confluencia en la capital castellana, de cuyo estudio se ha ocupado Helguera (1983). El autor destaca su valor como proyecto pionero, a pesar de las importantes deficiencias técnicas motivadas por su prematuro planteamiento.

ETAPAS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CANAL DE CASTILLA.

Tras varias fallidas tentativas, y una vez firmada la Paz de Aquisgrán en 1748 que ponía fin al conflicto con Inglaterra, Fernando VI retomó el ambicioso proyecto de comunicar Castilla con el mar en aras de promover el desarrollo económico del país, como tan insistentemente exigían en sus textos ilustres personajes como Feijoo, Campomanes y Jovellanos, entre otros.

Entre 1753, año en que se comenzaron las primeras excavaciones en el ramal de Campos, y 1804, fecha en que la escasez de la Real Hacienda de Carlos IV provocó el abandono casi definitivo de las obras del Canal Sur, se circunscribe el periodo principal de

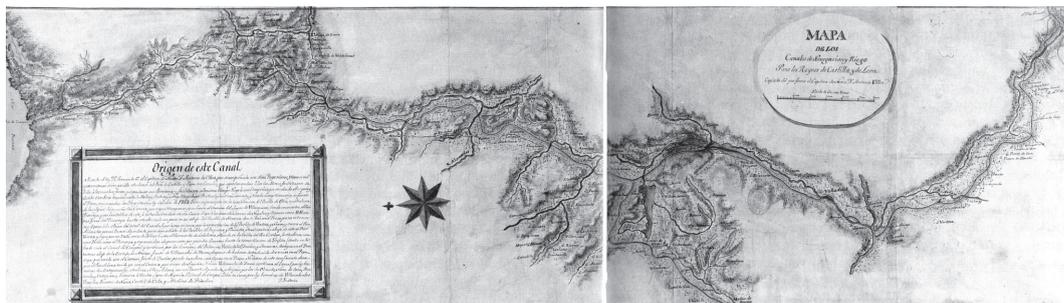


Figura 1
«Proyecto General de los Canales de Navegación y Riego para los Reinos de Castilla y León» (Helguera 1990)

construcción de la infraestructura de navegación y riego, siendo reanudados los trabajos casi treinta años después y hasta 1849 por la Compañía del Canal, si bien con pretensiones completamente diferentes a las que inspiraron su creación.

A lo largo del primer medio siglo, y con un ritmo de avance muy desigual, pudo ejecutarse una parte significativa de las trazas incluidas en el «Proyecto General de los Canales de Navegación y Riego para los Reinos de Castilla y León», redactado por Ulloa en base al minucioso trabajo de campo llevado a cabo por Lemaire (figura 1).

De los cuatro trayectos incluidos finalmente en el plan aprobado por el marqués –en principio se discutió la posibilidad de llevar a cabo siete canales– el tramo de Segovia nunca llegó a desarrollarse pormenorizadamente, y las obras de los otros tres, el de Campos, el Canal del Norte y el del Sur, no pudieron ser concluidas dada la precaria situación de la economía real.

Durante los años de concesión privada de la explotación a la Compañía del Canal, entre 1831 y 1849, se terminaron las obras del ramal del Sur y del ramal de Campos, quedando sin embargo inconclusas las del tramo Norte por considerar inviable su ejecución (Helguera 1990). Con ello se dio por finalizada la construcción del Canal de Castilla.

CONSTRUCCIONES PARA LA NAVEGACIÓN Y EL RIEGO

La sección del Canal, con su cauce trapezoidal consolidado a base de sólida fábrica de sillería caliza, se ajustó a las dimensiones establecidas inicialmente en

las rígidas instrucciones dictadas por Ulloa en 1753 para hacer posible únicamente la navegación, manteniéndolas constantes a lo largo del recorrido salvo en aquellos tramos en los que el importante aprovechamiento para regadío exigió aumentar su profundidad. Así, la anchura llega hasta los 22 metros y alcanza una profundidad de entre 2 y 3 metros, suficiente para el tránsito de naves, aumentando hasta un máximo de 7 metros en aquellos intervalos en los que el riego adquirió especial protagonismo.

Las limitadas pendientes exigibles para conseguir la navegabilidad del Canal, próximas a los 3 centímetros por kilómetro, así como la necesidad de mantener el nivel de agua adecuado, exigieron de los topógrafos y de los agrimensores, exhaustivos estudios del terreno para proceder al nivelado y delineado detallado de cada uno de los tramos. Sin embargo, la irregularidad del terreno, con importantes desniveles en ciertos tramos y cruces con otros cauces e infraestructuras, hizo necesario interponer numerosas fábricas a lo largo de su recorrido, ejecutadas exclusivamente en piedra perfectamente labrada y con una cuidadosa puesta en obra.

Las esclusas

De todos los ingenios desplegados, sin duda, uno de los más llamativos y que mayor interés despiertan son las esclusas, mediante las cuales se consiguen salvar importantes cambios de rasante en los recorridos, elevando o descendiendo la altura del agua encerrada en las balsas mediante dobles compuertas.

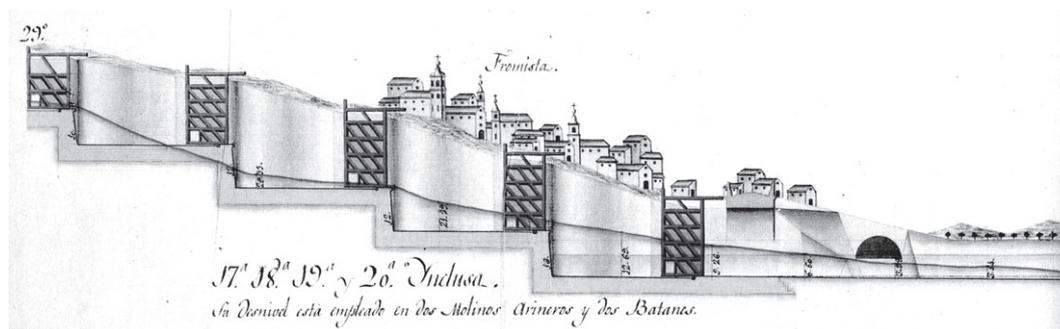


Figura 2
Sección de las esclusas 17ª, 18ª, 19ª y 20ª (Homar y Helguera 1992)

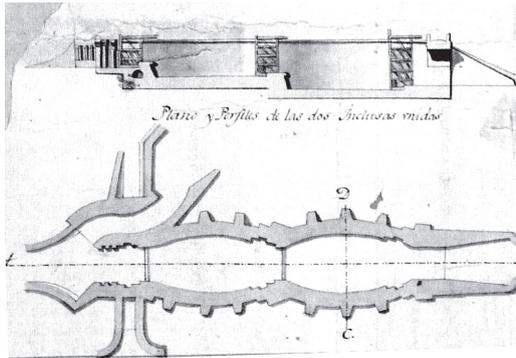


Figura 3
Planta y sección de dos esclusas unidas de la primera etapa de la construcción del Canal de Castilla (Homar y Helguera 1992)

En el caso del Canal castellano pudieron vencerse los 148,7 metros de desfase existentes a lo largo de su trayectoria, a través de 49 esclusas, de las que 24 se localizan en el ramal del Norte. La abrupta orografía del terreno, más acusada aún si la comparamos con la planicie del tramo de Campos y la imperiosa necesidad de economizar la exigua dotación monetaria, llevaron a soluciones constructivas tan singulares como la llevada a cabo en los proximidades de la localidad palentina de Frómista, donde se consiguieron superar 14,20 metros de desnivel mediante la concatenación de las esclusas 17ª, 18ª, 19ª y 20ª (figura 2).

La técnica de las esclusas no era desconocida en España, aunque la peculiaridad en el diseño del vaso y en el sistema de compuertas utilizadas en el de Castilla, inspiradas en las construidas en el Canal de Languedoc, no había sido concebida conjuntamente hasta ese momento en nuestro país. El sistema utilizado, mimetizado con el ejemplo francés, fue el formado por una balsa de tipo oval –en las 36 construidas hasta 1804– realizada con sólida sillería caliza –o arenisca en el caso de las primeros elementos de la cabecera del Ramal del Norte–, y compuertas tipo «mitra», de madera, obtenida de las especies vegetales que flanqueaban los caminos de sirga, reforzadas por medio de vigas transversales, en las que se alojaban unas portanas de desagüe con cierre de guillotina en la parte inferior (figuras 3 y 4).

La forma oblonga del vaso, de entre 20 y 25 metros de largo por 10 de ancho en la parte central, responde a razones de tipo estructural y funcional. El

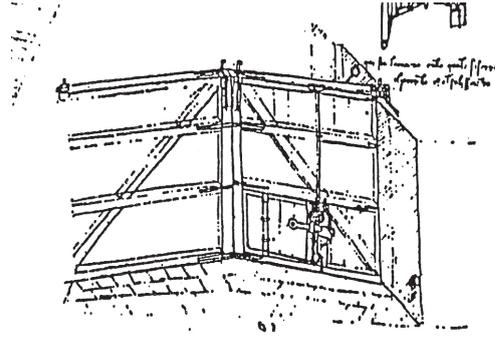


Figura 4
Tipo de compuerta de madera y metálica, usada a partir de finales del siglo XIX, del Canal de Castilla (García Tapia 1990)

mayor volumen de agua encerrado por este modelo proporciona mayor resistencia al empuje del terreno, aportando apoyo extra, mientras que el ensanchamiento en el centro permite el cruce de dos embarca-

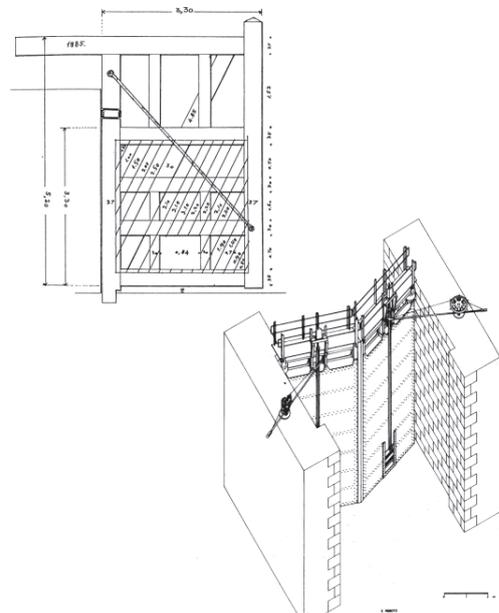


Figura 5
Puertas de esclusa dibujadas por Leonardo da Vinci (García Tapia 1990)

ciones a la vez, reduciendo considerablemente el número de maniobras, a pesar del mayor tiempo de llenado que requieren.

Con la privatización de la construcción en el siglo XIX, se retoma la forma rectangular habitual, con dimensiones de 30 metros de largo por 5 de ancho y diseño de Epifanio Esteban, más económica, tanto en volumen de agua como en coste de construcción, pero menos eficaces en relación a su funcionamiento, ya que no permiten el cruce de embarcaciones.

Respecto a las dobles compuertas tipo «mitra», debemos remontarnos al *Codex Atlánticus*, donde Leonardo da Vinci representa por primera el cierre en forma de diedro con el ángulo obtuso a contracorriente, consiguiendo de esta manera una oclusión hermética de la balsa (figura 5).

A pesar de que ya se experimentó con este tipo de compuerta en los canales del norte de Italia, e incluso existe un antecedente en nuestro país —algunos años antes Juan Bautista de Toledo utilizó este cierre en la esclusa del canal de Aranjuez— la inspiración inmediata para el trazado castellano debemos buscarla nuevamente en los proyectos franceses del periodo (García Tapia 1990, 183).

Los puentes y acueductos que habitualmente encontramos en relación con las esclusas, para permitir maniobrar las compuertas y para el paso de peatones, aparecen en ciertas ocasiones de forma independiente sorteando caminos, cursos de ríos o arroyos o sobre las derivaciones a los artefactos industriales.

Respecto a los puentes, localizamos hasta 70 a lo largo del cauce, la mayoría de los cuales responden al modelo reproducido por Juan de Homar en el plano general del Canal de 1806 (figura 6).

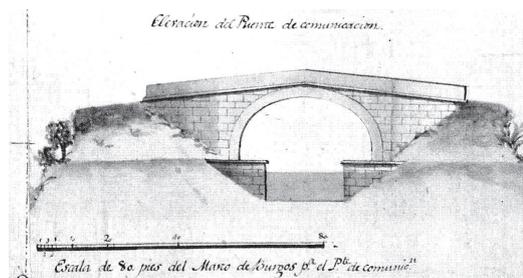


Figura 6
Alzado del modelo de puente más habitual utilizado en el Canal de Castilla. (Homar y Helguera 1992)

Nuevamente, debemos remitirnos a la obra de Riquet como ejemplo de solución adoptada en la construcción castellana (García Tapia 1990, 187). De acuerdo con este prototipo, el puente consta de un solo arco de medio pinto, construido en sillería bien labrada y con la cimentación avanzando sobre el arranque del ojo, creando así un pequeño paso de continuidad en el nivel inferior, a costa de disminuir el ancho del cauce. La mayor reducción se produce cuando se hace coincidir el paso superior con el final de la esclusa, saltando sobre los muros de las mismas. Cuentan con fuertes pretiles y andenes en su base para permitir la prolongación de los caminos de sirga, que se elevan hasta ellos mediante rampas consiguiendo la continuidad del transporte fluvial en los pasos superiores.

Los acueductos fueron la solución adoptada para resolver el cruce del Canal con otras arterias fluviales. Podemos encontrar de dos tipos, dependiendo de si el cauce natural se socava, haciéndolo pasar por debajo del Canal —acueducto tipo «sifón»— o si por el contrario, es la infraestructura la que se eleva para pasar por encima del río o arroyo, dando lugar a un acueducto tipo «puente».

Estos últimos son los más numerosos, contabilizando hasta 49, de mayor o menor envergadura en función de la importancia del cauce a sortear, y con distintas disposiciones y formas, siendo el de Abadanes, sobre el río Valdavia, el más espectacular (figura 7).

Ubicado en el municipio de Melgar de Fernamental, en la provincia de Burgos, está compuesto por 5

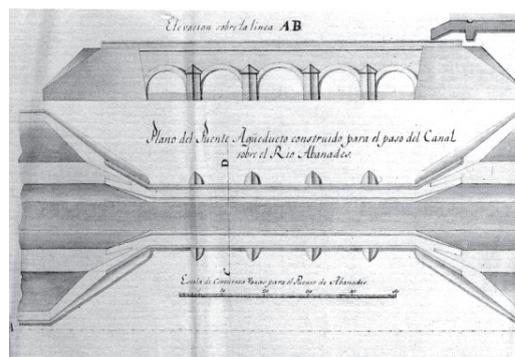


Figura 7
Planta y alzado del acueducto de Abadanes (Homar y Helguera 1992)



Figura 8
Presa de san Andrés (Álvarez Mora 2001).

arcos de medio punto, que superan una longitud de 51,20 metros de largo y una altura máxima de 10,90 metros. Su formidable estructura de sillares de piedra caliza permite soportar el peso de toda la infraestructura, incluidos los correspondientes caminos de sirga para el arrastre de barcas, consiguiendo evitar las infiltraciones que hubiesen acabado con él en poco tiempo.

Retenciones y presas.

Las retenciones y las presas son, junto con los embalses, los sistemas constructivos que encontramos en la cabecera de los tramos.

Las primeras eran las encargadas de regular el caudal del agua del Canal mediante un sistema más o menos complejo de compuertas, asegurando el correcto desempeño de las funciones de navegación y riego. Existen dos en el tramo Norte, en Alar del Rey y en Herrera de Pisuerga, y otras dos en el de Campos, en Calahorra de Ribas y en el Serrón. Todas ellas, salvo la última, conservan la pequeña edificación rectangular que alojaba la maquinaria para controlar el caudal de agua circulante.

Las presas, construidas sobre los ríos Pisuerga y Carrión, tenían una doble función: por una parte, derivaban el agua del curso principal para alimentar el cauce del Canal, mientras que por otra, aseguraban suficiente altura sobre la corriente de agua transversal en los puntos en los que el Canal atravesaba el río, para poder navegar hasta el punto de destino (figura 8).

De las tres presas relacionadas con el Canal de Castilla, la de san Andrés, cuya misión consistió en

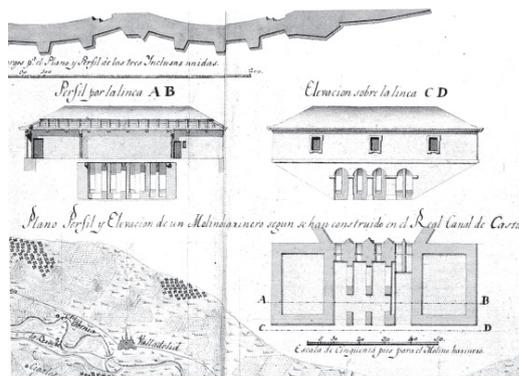


Figura 9
Proyecciones planas del prototipo de molino proyectado por Juan de Homar (Homar y Helguera 1992).

igualar el nivel del Pisuerga con el del Canal, es, sin duda, la más conocida de todas, debido en parte, a la descripción que de ella hizo Sánchez Taramás, en su traducción y ampliación del tratado de fortificaciones de Müller:

Su fábrica es de piedra cortada, y ajustada con todo el primor que se requiere para asegurar su firmeza y duración. A este fin presenta a la corriente una superficie convexa, labrada con sus dovelas, que apoyándose sobre tres liseras, comprenden sus hiladas hasta la cima de la propia azud; y en la parte opuesta se pierde en el pendiente que forman trece gradas, sobre las cuales se derraman las aguas sobrantes sin que puedan recibir daño alguno, por lo bien que quiebran y suavizan la corriente (Müller 1769, 281).

CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES

Los primeros establecimientos localizados en el Canal, dado que en origen no se pensó en el aprovechamiento industrial, se relacionaron con su función como arteria de comunicación. Fundamentalmente se trataban de almacenes, talleres y maquinaria para la carga y descarga localizados en las dársenas situadas en los extremos de cada ramal —Alar del Rey en el tramo Norte, Medina de Rioseco en el de Campos, y Valladolid y Palencia, en el del Sur—, así como los diques secos y los astilleros para la reparación de las naves, salpicados en diversos puntos del recorrido.

Sin embargo, una vez constatada la insuficiencia de la navegación como principal baluarte para la pretendida regeneración económica, comenzaron a proliferar a lo largo del cauce artefactos y construcciones que aprovecharon la fuerza motriz generada por el agua en los saltos, dando lugar a la instalación de los primitivos molinos que pronto evolucionaron hacia complejas concentraciones fabriles.

Molinos y batanes

Durante la primera etapa de construcción del Canal, con financiación estatal, se instalaron 27 mecanismos industriales, siendo el ramal del Norte el más beneficiado por esta nueva explotación al contar con más esclusas. El establecimiento más primitivo fue el martinete instalado en la esclusa 1ª, aunque lo que más proliferaron en esta etapa fueron los molinos, fundamentalmente harineros, pero también de papel, y los batanes.

La tipología del molino –pensado para trabajar con tres rodeznos y tres pares de piedras– responde al edificio-puente de dos niveles representado por Homar en 1806 (figura 9).

El sótano –o cuerpo de aguas– cuenta con cuatro canales de entrada –uno para cada rodezno y el cuarto reservado como aliviadero– entre robustos tajamares, y con salida de aguas en la fachada paralela a base de cuatro arcos de medio punto. La planta baja –o cuerpo de molino– se divide en tres departamentos, siendo el central para las piedras y la maquinaria, y los laterales para la limpia y la vivienda del molinero. Las dimensiones aproximadas del molino son: 78,5 pies de largo, 31 pies de ancho y 26 pies de altura –21,9 metros de largo, 8,6 de ancho y 7,2 de altura (Geijo y Zulueta 2010).



Figura 10
Almacén de El Serrón (Álvarez Mora 2001)

Del mismo modo que los molinos, los batanes también responden a un mismo patrón constructivo, pensados para alojar dos ruedas en el centro del edificio, con tres pilas a cada lado de ellas, accionando cada pila dos mazos alternativamente. Las dimensiones en planta son algo mayores que en el caso de los molinos –unos 19 por 9 metros– pudiendo alojar toda la instalación descrita, y la altura del cuerpo de aguas alcanzada unos 5 o 6 metros.

FÁBRICAS

La primera fábrica de harinas instalada en el Canal, entre 1798 y 1800, se configuró como un grupo de edificios relacionados entre sí en el grupo de esclusas de El Serrón –25ª, 26ª y 27ª. Las construcciones dejaron de funcionar aisladas como había sucedido hasta entonces, incluso en el grupo de esclusas de Frómista, para comunicarse mediante almacenes, formando una fábrica desarrollada en sentido horizontal (figura 10).

Por las mismas fechas, también aparecieron los primeros molinos-fábrica aislados, similares a los existentes, pero con un piso más de instalaciones. Sin embargo, la gran transformación se comenzó a gestar en el molino de la esclusa 40ª fruto de la evolución técnica, al sustituir los cuatro canales del prototipo dibujado por Homar, por un único canal de entrada de agua que movía un único rodezno con transmisión a cuatro muelas conectadas a través de engranajes. A partir de este arte-

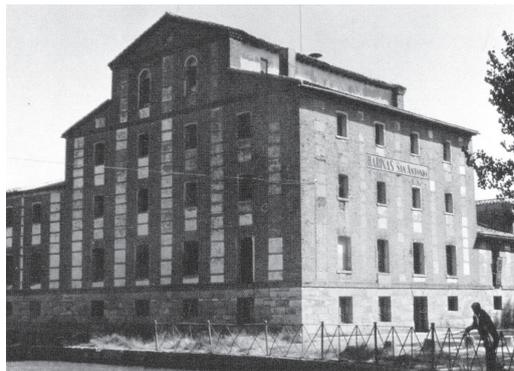


Figura 11
Fábrica de harinas «San Antonio» (Álvarez Mora 2001)

facto, la altura de los molinos comenzó a elevarse para poder alojar la nueva maquinaria, dando lugar a las características fábricas del Canal, de forma prismática, con basamento de piedra y cuidada fábrica de ladrillo. El ejemplo más representativo de esta tipología lo configura la fábrica de harinas «San Antonio», declarada en 2010 Bien de Interés Cultural por la Junta de Castilla y León (figura 11).

La concentración de fábricas llegó a ser especialmente densa en ciertos puntos, dando lugar a verdaderos espacios industriales tales como la Dársena y el Derrame de Valladolid, convertidos en el primer espacio industrial moderno de la capital (Represa y Helguera 1992).

CONCLUSIONES

A la luz de lo expuesto podemos afirmar sin duda, que el Canal de Castilla configura uno de los más excepcionales e inusitados muestrarios de construcciones hidráulicas, portuarias e industriales de la Modernidad en nuestro país, solo comparable con la Acequia Imperial de Aragón, reconvertida en canal navegable algunos años después de iniciada la obra castellana.

Además de los adelantos técnicos introducidos, el estudio reconoce en el utópico proyecto el anticipo de conceptos tan contemporáneos como la sostenibilidad en la construcción, no solo reconocible en el uso de materiales naturales y reutilizables, piedra y madera fundamentalmente procedente del entorno, sino también en los ámbitos económico y social.

Este aspecto estuvo presente ya en las primeras etapas del proyecto, al compatibilizar el abastecimiento y riego con su función principal como arteria de comunicación. A partir de 1786, bajo la dirección técnica de Juan de Homar, este tipo de explotación adquirió verdadero protagonismo, en relación directa con la política de colonización y repoblamiento asociada a la vía, manteniéndose viva hasta los años 20 de la pasada centuria.

Pero, sin duda, la capacidad de readaptación de la obra hidráulica hacia el aprovechamiento industrial – actividad no incluida en los presupuestos iniciales— la convirtió definitivamente en el elemento vertebrador de la región durante décadas, llegando a ser el dinamizador que pretendió ser en origen.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alonso Ortega, José Luis. 1991. «El Canal de Castilla: atractiva e importante ruta turística en tierras castellanas». *Estudios turísticos*, 112: 56-79.
- Álvarez Mora, Alfonso. 2001. «El Canal de Castilla. Una infraestructura viva al servicio del territorio». *El Canal de Castilla: un Plan Regional, Vol.1*. coordinado por R. Guerra, 51-70. Salamanca: Junta de Castilla y León, CEDEX/CEHOPU.
- Cano de Gardoqui, José Luis. 1992. «Noticias sobre un proyecto de navegación por el río Pisuerga hecho por ingenieros alemanes (1550)». *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, 58: 365-374.
- Cano de Gardoqui, José Luis. 2012. «El príncipe Maximiliano de Austria y el proyecto de navegabilidad del río Pisuerga (1549-1550)». *BSAA Arte: Boletín del Seminario de Estudios de Arte*, 78: 9-18.
- García Tapia, Nicolás. 1988. «Ingeniería Hidráulica del Canal de Castilla». En *El Canal de Castilla* coordinado por J. Helguera, N. García Tapia y F. Molinero, 197-235. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- Gejjo, José Manuel y Zulueta, Patricia. 2010. «El Canal de Castilla: molinos, fábricas y otros artefactos». *Revista COIM*, 48: 22-32.
- Helguera, Juan. 1983. «Un proyecto de canales de navegación y riego en Castilla la Vieja a mediados del siglo XVI». *Investigaciones históricas: Época moderna y contemporánea*, 4: 5-40.
- Helguera, Juan. 1988. «Aproximación a la Historia del Canal de Castilla». En *El Canal de Castilla* coordinado por J. Helguera, N. García Tapia y F. Molinero, 9-159. Valladolid: Junta de Castilla y León.
- Homar, Juan de y Helguera, Juan. 1992. *El Canal de Castilla. Cartografía de un proyecto ilustrado*. Madrid: Turner Libros S.A.
- Martín Hernández, Miguel. 2001. «Las aguas de la razón. Memoria justificativa del Plan Regional del Canal de Castilla». En *El Canal de Castilla: un Plan Regional, Vol. 2*. coordinado por R. Guerra, 51-70. Salamanca: Junta de Castilla y León, CEDEX/CEHOPU.
- Nardiz, Carlos. 2001. «Los canales en la España del siglo XVIII». En *El Canal de Castilla: un Plan Regional, Vol. 1*. coordinado por R. Guerra, 27-50. Salamanca: Junta de Castilla y León, CEDEX/CEHOPU.
- Müller, John. 1769. *Tratado de fortificación, o Arte de construir los edificios militares y civiles*. Traducido al castellano y aumentado con notas por M. Sánchez Taramás. Barcelona: Tomás Piferrer.
- Ortiz, Jesús. 2013. «Canal de Castilla. Un sueño ilustrado». *Escritura Pública*, 85: 74-78.
- Ramos Gavilán et al (edit.). 2010. *Actas del 7º Congreso Internacional de Molinología*. Zamora: Universidad de Salamanca, ACEM, IEZ «Florián de Ocampo».

Represa, M^a Francisca y Helguera, Juan. 1992. «La evolución del primer espacio industrial de Valladolid: la Dársena y el derrame del Canal de Castilla (1836-1975)». *Anales de estudios económicos y empresariales*, 7: 321-352.

Sosa Wagner, Francisco. 2000. «El Canal de Castilla: sueño y aflicción de una obra pública». *Revista de Administración Pública*, 153: 443-470.

Terán, Francisco de. 1988. «Política de obras públicas». *Carlos III y la Ilustración, Vol. I*. Libro del Catálogo de la exposición, 173-182. Madrid: Ministerio de Cultura.

