

Las obras hidráulicas en la Cuenca del Ebro¹

Labor de la Confederación

Plan de aprovechamiento del río Jalón

Es el río Jalón uno de los más aprovechados de los de la cuenca del Ebro. En su valle principal y en la mayor parte de sus afluentes, el cultivo agrícola tiene una importancia capital, siendo el más intensivo de Aragón. A ello contribuyen la feracidad del suelo; la poca anchura de una buena parte de sus vegas, resguardadas de los vientos dominantes—aun las peor orientadas—por los terrenos más elevados que las limitan; la gran densidad de población; la red tan importante de comunicaciones que facilita la salida de sus productos, y, finalmente, la naturaleza fertilizante de sus aguas, no sólo por las materias solubles que contiene—en mayor proporción que las del Ebro y Gállego—, sino también por los limos que arrastra, con los que se mejoran las condiciones del terreno y cuyo efecto se activa, mediante las clásicas escorrentías, por inundación periódica de las zonas de cultivo con las aguas turbias provenientes preferentemente de la parte alta del valle.

En su recorrido total de 235 kilómetros, las aguas del Jalón van derivándose, para los distintos aprovechamientos existentes, en forma tal que es difícil atender con ellas a los numerosos y extensos regadíos de todo su valle.

Esta escasez de aguas disponibles se hace más sensible, en el valle principal, desde Arcos hasta Ateca (aguas arriba de la confluencia del río Piedra) y desde Calatayud hasta su desembocadura en el Ebro, en cuyo tramo la necesidad creciente es atenuada parcialmente por el auxilio que prestan las aguas del Ebro, derivadas por el Canal Imperial de Aragón, a la zona baja del Jalón, donde se superponen las vegas de ambos ríos.

Todas estas circunstancias justifican el interés con que se ha tratado el problema de mejora del aprovechamiento del río Jalón y al que la Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro concedió desde el primer momento toda su importancia. Los distintos servicios de la Confederación colaboran en su estudio, y de ello dan buena prueba los reconocimientos geológicos traducidos en Memorias meritisimas; los sondeos realizados por el servicio de Minas y Sondeos en los ríos Deza, Ribota, Aranda, Mesa, Piedra, Pancrudo, barranco Valladar y laguna de Gallocanta; los informes agronómicos sobre los riegos necesarios en los distintos terrenos del valle del Jalón; los trabajos foronómicos y de Estadística de los mismos, y los estudios forestales sobre fijación y repoblación de cuencas con vistas también a la disminución de la importancia de los efectos de las avenidas del río principal y de sus afluentes y a la reducción de los aterramientos en los pantanos que se estudian. Todos estos trabajos van formando parte de los proyectos de embalses que se redactan, excepto los forestales, que, por su índole, justifican la redacción de planes y pro-

yectos que, aun siendo de desarrollo paralelo al de regularización por medio de pantanos, constituyen, en realidad, estudios de ejecución independiente.

Según datos del Servicio Agronómico, la zona que se riega en el valle principal del Jalón asciende a hectáreas 32 000, y en los valles afluentes suma 14 000; en total, 46 000 ha, en números redondos.

Además, existen aprovechamientos industriales que sólo adquieren relativa importancia en el tramo comprendido entre Calatayud y Ríola. Es éste el único tramo verdaderamente industrial del Jalón, porque en él concurren: una ampliación importante de caudal por los dos afluentes principales (Piedra y Jiloca) y una pendiente del río superior a la media del tramo central, en que se halla aquél, como consecuencia de la mayor resistencia del terreno a la labor de erosión de las aguas, resultando así mayores desniveles disponibles en una zona de grandes sinuosidades del río, rectificables sin dificultad por los canales industriales.

Para atender a estos distintos aprovechamientos se dispone de una cuenca de 10 000 km² con alturas sobre el nivel del mar variables de 200 a 1 200 m y con alturas medias anuales de lluvia que oscilan entre 200 y 500 mm, salvo en la cabecera del río Pancrudo, donde llegan a 900 mm.

Por la constitución geológica de los terrenos que la forman puede considerarse la cuenca del Jalón como impermeable en su mayor parte, produciéndose frecuentemente en las tormentas de fin de verano crecidas súbitas con desbordamientos importantes de su cauce y cuantiosos perjuicios en las vegas inundadas, por las cosechas que inutilizan estas aguas.

Únicamente en las cabeceras de los ríos Jiloca, Piedra y Mesa existen terrenos calizos de considerable extensión, cuya permeabilidad da lugar a manantiales caudalosos como el de Cella, Cimballa y Jaraba, en cada uno de los tres ríos respectivos. Esta circunstancia imprime un carácter distinto al Piedra y Mesa y al tramo alto del Jiloca, cuyo caudal se mantiene menos variable que en los demás afluentes del Jalón y que en este mismo.

Los estudios de regularización del Jalón ofrecen la dificultad de encontrar posibles embalses en los puntos más convenientes para recoger todas las aguas invernales sobrantes en la cuenca. Ello ha contribuido a que el plan de aprovechamiento se desarrolle lentamente, con tanteos y reconocimientos sucesivos, en los que se van concretando más las ventajas e inconvenientes de las diversas soluciones propuestas. Así se ha llegado a la época actual con datos suficientes para recoger las enseñanzas y poder fijar un plan y estudiar los proyectos que lo comprenden.

Descartada la solución de embalses en el valle principal del Jalón, y en el de su afluente más importante el Jiloca, por los considerables perjuicios que se ocasionarían en las vegas inundadas y con el cambio obligado de trazado en las vías férreas de Madrid a Zaragoza y Central de Aragón y en carrete-

¹ Véase el número anterior, pagina 349.

ras de importancia, ha habido necesidad de buscar emplazamientos para aquéllos en los afluentes restantes del Jalón y en el único importante del Jiloca, que es el Pancrudo.

Esta dificultad de encontrar embalses en el Jiloca había inducido a estudiar el aprovechamiento de la laguna de Gallocanta, cuyas aguas, provenientes de

suspense dicho aprovechamiento hasta más adelante, y como recurso extremo, cuando no haya otra solución más económicamente factible. Este aprovechamiento de la laguna podría ser realizado en su día, cuando, construido el pantano de Lechago sobre el río Pancrudo, se viese que los recursos hidráulicos de su propia cuenca, que tiene una extensión de



una cuenca receptora de 517 km², se pierden todos los años por filtración y principalmente por evaporación. El proyecto de dar salida al valle del Jiloca de las aguas de la laguna de Gallocanta dió lugar a un presupuesto de ejecución de cuantía importante, que únicamente podría justificarla la posibilidad de retención de esas aguas en embalses adecuados para verterlas al Jiloca en épocas de estiaje. Ha quedado, pues, en

505 km², no bastaban para llenarlo, en cuyo caso las aguas del Jiloca podrían alimentar en derivación dicho pantano, tomándolas en Fuentes Claras; y las aguas de la laguna de Gallocanta, vertidas en invierno al Jiloca en Bágüena o en Fuentes Claras, compensarían así las distraídas para el vaso del Pancrudo. Este pantano en la desembocadura del Pancrudo, que se pensó pudiera servir únicamente para la vega

inferior del Jiloca, tan necesitada de regularización desde Iruco a Calatayud, adquiere así, con esta alimentación supletoria, importancia indudable para colaborar en la regulación del Jalón, pasando a ser complemento del embalse principal, que desde los primeros momentos de la Confederación se fijó en el río Piedra.

Es este río, después del Jiloca, el más caudaloso de los afluentes del Jalón. A él confluyen el Mesa y el Ortiz, formando en total una cuenca receptora de 1 470 km², de los cuales corresponden: al Mesa, 580 km²; al Piedra, 775, y al Ortiz, 115. Se caracteriza el río Piedra y su afluente el Mesa por la constancia de su caudal, poco diferente en verano y en invierno. En ello tiene mucha influencia la alimentación subterránea procedente de las cabeceras, y que sale a la superficie en los manantiales ya citados de Cimballa y Jaraba.

Los estudios preliminares de la Confederación se dirigieron a estudiar el principal embalse regulador del Jalón en el río Mesa, emplazando la presa en el paraje denominado La Tranquera, muy próximo a la unión del Mesa con el Piedra.

Los aforos practicados en el río Piedra, en Nuévalos, durante un período de catorce años, dan en ese punto un caudal medio anual de 2 m³ por segundo. La semejanza de cuencas del Mesa y el Piedra induce a fijar como caudal medio anual del Mesa un volumen no superior a 2 m³ por segundo, ya que su cuenca es inferior a la del Piedra y sus manantiales alimentadores menos caudalosos. Se tuvo, pues, la duda de si existiría caudal suficiente en el Mesa para llenar el embalse de La Tranquera con su capacidad máxima prevista, que alcanzaba a 75 millones de metros cúbicos. En vista de ello, se pensó en estudiar comparativamente otro emplazamiento de vaso que recogiera las aguas de los tres ríos Mesa, Piedra y Ortiz en Carenas, con mayores probabilidades de alimentación completa todos los años.

Como una y otra solución son costosas y afectan a importantes y distintos intereses, y como, por otra parte, el deseo de encontrar mayores recursos hidráulicos podía también satisfacerse en parte en la solución de La Tranquera mediante un canal de alimentación que derivase a este pantano una buena parte de las aguas del Piedra, se ha creído más conveniente, antes de hacer un proyecto definitivo, comparar ambas soluciones en todos sus aspectos, y principalmente en el económico, deduciendo los costos aproximados en uno y otro caso para la misma capacidad de 75 millones de metros cúbicos: del volumen de presa, de las expropiaciones, de las variantes obligadas en los trozos de carretera que se inundan y del canal de alimentación con aguas del Piedra derivadas al vaso de La Tranquera para esta última solución.

El resultado de esta comparación servirá para que pueda escogerse con probabilidades de acierto la solución más viable y económica.

Admitido como fundamental para la regulación del Jalón, desde Calatayud a su desembocadura, el embalse del Piedra, se ha fijado su capacidad con la idea de que sea el que satisfaga aquélla principalmente. El complemento de esta capacidad, fijada para el vaso del Piedra, será la que obtengamos en el Pan-crudo, sobre la calculada como necesaria para los riegos del valle del Jiloca desde Daroca a Calatayud, y en el embalse de la Hoya de Salillas.

A este efecto, se ha tenido en cuenta que el valle principal, desde Calatayud hasta su terminación en el Ebro, necesita embalsar, para un cultivo agrícola intensivo en sus 29 000 hectáreas regables, 90 millones de metros cúbicos; así resulta de los déficits mensuales entre las aportaciones mínimas registradas y los consumos fijados por el Servicio Agronómico para las necesidades de los riegos y que se indican a continuación, en millones de metros cúbicos:

Río Jalón en Calatayud

MESES	Aportaciones	Consumos	Diferencias	Embalse total
Junio.	36,497	41,521	5,024	89,773
Julio.	22,379	38,389	16,010	
Agosto.	12,833	51,634	38,801	
Septiembre.	17,520	47,458	29,938	

Análogamente, la capacidad del vaso del Pan-crudo para atender al riego de 4 000 ha desde Daroca hasta Calatayud, a base de las aportaciones mínimas registradas para el Jiloca en Daroca y de los consumos fijados por el Servicio Agronómico, bastará que fuese solamente de 24 millones de metros cúbicos, puesto que de los datos siguientes, en millones de metros cúbicos, resulta:

Río Jiloca en Daroca

MESES	Aportaciones	Consumos	Diferencias	Embalse total
Abril.	1,620	2,920	1,300	24,006
Mayo.	2,137	3,576	1,439	
Junio.	1,685	5,716	4,031	
Julio.	0,254	5,252	4,998	
Agosto.	0,573	7,128	6,555	
Septiembre.	0,837	6,520	5,683	

Pudiendo dar al vaso del Pan-crudo una capacidad de 35 millones de metros cúbicos, el exceso de 11 sobre los 24 necesarios en el valle del Jiloca completa sobradamente, en unión de los 10 que pueden almacenarse en la Hoya de Salillas y de los 75 fijados para el embalse del Piedra, el volumen total de regulación que se considera necesario desde Calatayud a Zaragoza.

Para la determinación de los embalses de regulación necesarios se ha partido—lo mismo en el Jalón que en el Jiloca—de las aportaciones mínimas registradas en un período de catorce años, en vez de tomar los valores medios de todos esos años. Se ha tenido en cuenta para ello que el cultivo intensivo en todo el valle del Jalón supondrá pérdidas muy considerables en los años en que los recursos sean inferiores a los medios previstos; además, esta intensificación de cultivos va en aumento continuamente, hasta el punto de que, dentro del período en que se han tomado datos de aforos, se han establecido dos fábricas azucareras, una en Santa Eulalia, aguas arriba de Daroca, y otra en Terrer, aguas arriba de Calatayud, ocasionando la implantación de cultivos intensivos de regadío en zonas de gran extensión, que antes no los tenían, con el aumento consiguiente de consumo de agua y merma de los recursos disponibles y registrados aguas abajo.

En el valle del Jiloca se ha notado más esta escasez, y las zonas de la parte baja del mismo—principalmente Morata, Velilla, Maluenda, Paracuellos y Calatayud—han visto perder sus cosechas en estos últimos años, originándose frecuentes litigios y reyertas, por tratarse de tierras de mucho valor y ser aquella región de población muy densa.

Los tres pantanos que se consideran necesarios para la regularización del valle inferior del Jalón desde Calatayud, el del Piedra, del Pancrudo y de la Hoya de Salillas tienen alimentación segura si se tienen en cuenta que el primero puede recoger las aportaciones de los tres ríos Mesa, Piedra y Ortiz; que el segundo tiene la alimentación supletoria del río Jiloca y de la laguna de Gallocanta, y que el tercero recogerá en invierno las aguas derivadas del Jalón en Ríola, por la acequia del mismo nombre, bastando con la capacidad de 2 m³ por segundo, que tiene actualmente, para llenar, en sólo dos meses, el vaso que se proyecta en la Hoya de Salillas.

El último de ellos ofrece dudas sobre la impermeabilidad del vaso; pero aunque se confía en conseguirla colmatando sus paredes con los limos que llevan en suspensión las aguas del Jalón, el plan de regularización previsto no quedaría alterado sensiblemente con la supresión de este pantano, cuya capacidad es sólo de 10 millones de metros cúbicos.

La zona alta del valle principal, desde Arcos a Alhama, que actualmente siente también las necesidades de regularización de las aguas que corren por el Jalón, podrá ser atendida con el pantano que se estudia en el barranco del Valladar, alimentado directamente con las aguas de este barranco y en derivación con las del Jalón tomadas frente a Jubera. Este pantano, de 15 millones de metros cúbicos de capacidad, ofrece el inconveniente de exigir una presa de tierra de altura algo excesiva, si bien dentro de las que últimamente se han construido en otros países, y exigirá, por tanto, un estudio más minucioso y razonado.

En el doble aspecto de asegurar la dotación de agua necesaria para los distintos aprovechamientos del valle del Jalón y de librar a éste de los perjuicios ocasionados por las avenidas, queda pendiente este segundo problema, que ha sido abordado por el Servicio Forestal de la Confederación y de cuyos planes podrá ser un eficaz complemento los pantanos que, como el del Ribota, ya estudiado, puedan establecerse preferentemente en los afluentes del Jalón por su margen izquierda, cuyo carácter torrencial y recursos precarios no consienten su utilización como pantanos de acaparamiento preferente para un mejor aprovechamiento de sus aguas, sino como amortiguadores de los picos de avenidas. Entre todos los tanteados ha habido que desechar algunos, como el de Deza en Embid de Ariza y el de Aranda en su desembocadura, por dificultades de cimentación. En algunos afluentes, como el Nájima y el Manubles, sería de mucha importancia poder encontrar emplazamientos posibles para esta clase de pantanos; pero si, como parece, esto no es posible, los trabajos forestales de repoblación y de fijación de laderas constituirán el único medio eficaz de atenuar los efectos de las avenidas.

Claro es que, aun con el carácter eventual e inseguro de esta alimentación precaria de los afluentes de la margen izquierda del Jalón, podrán servir éstos para un mejor aprovechamiento de sus aguas, aumentando, en último término, la extensión de las zonas regables en la parte baja del valle donde existan zonas susceptibles de esta utilización.

Los aprovechamientos industriales del tramo Calatayud-Ríola mejorarán notablemente con los pantanos del Piedra y del Pancrudo, y unidos a los saltos de pie de presa que puedan crearse en estos dos últimos embalses, constituirán motivos de ingresos muy apreciables, disminuyendo las cargas que por los trabajos de regulación han de corresponder en último término a los regantes.

Nicolás LIRIA ALMOR
Ingeniero jefe de Caminos

Puente de San Telmo, en Sevilla, sobre el Guadalquivir

I.—Soluciones estudiadas

ANTECEDENTES.—En la *Gaceta* de 2 de abril de 1920 se anunció un Concurso de proyectos y ejecución de dicho puente; en sus Bases se fijó la rasante

de 4 m sobre las máximas crecidas; las luces de 45 m en los dos tramos laterales y la luz de 50 m para el tramo central levadizo, y, por último, el ancho del puente de 20 m.

En el Concurso se presentaron dos proyectos: uno con tramos metálicos en toda su longitud, de una reputadísima casa francesa, con un presupuesto de 11,5 millones de pesetas, y el del autor de este artículo, con arcos laterales y tramos de avenidas, todos de hormigón armado, y un tramo rodante levadizo, sistema Scherzer, proyectado por La Maquinista Terrestre y Marítima, de Barcelona (fig. 1.^a), con un presupuesto total de 8 millones.

La Dirección de Obras públicas eligió nuestro proyecto, si bien orde-

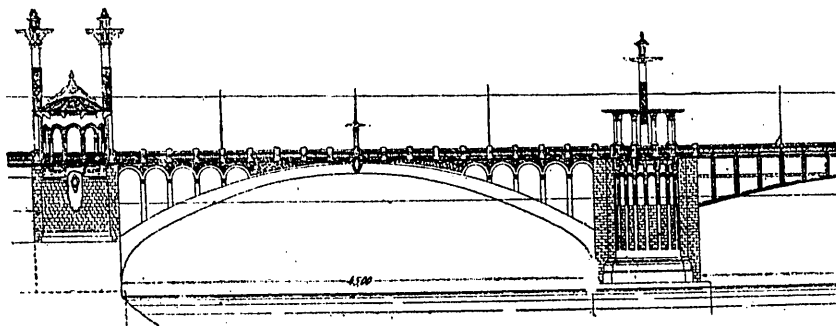


Fig. 1.^a Alzado general del primer proyecto