

El sistema hidráulico de Cornalbo en Mérida

Juan Martín Morales
Miguel Arenillas Parra
Rafael Cortés Gimeno
Carmen Díaz-Guerra Jaén
Lidia Arenillas Girola

De los tres sistemas principales de abastecimiento de agua a Mérida construidos por los romanos, el de Cornalbo es, probablemente, el más complejo, pues está formado por obras de tipología muy variada, que se debieron ir poniendo en servicio progresivamente, de acuerdo con la evolución de las demandas.¹ Según hemos estudiado con anterioridad,² el sistema hidráulico de Cornalbo estaba formado en su fase final —o de máxima complejidad— por:

1. La presa principal (Cornalbo) y su embalse, sobre el río Albarregas.
2. Un azud auxiliar (Las Muelas), desde donde se derivaban al embalse principal los caudales de la cuenca alta del arroyo de Las Muelas, también llamado de Las Golondrinas.
3. El canal alimentador entre Las Muelas y Cornalbo, de casi 10 km de longitud.
4. El canal de conducción entre Cornalbo y Mérida, de más de 18 km de recorrido, con numerosos tramos entre túnel.
5. La captación-conducción de El Borbollón, que drena, en galería, los coluviones de un barranco que desagua en el Albarregas por margen derecha, cerca —y aguas abajo— de la presa de Cornalbo, y conduce estos caudales, siempre en túnel, hasta el canal de conducción, con el que entronca unos 300 m aguas abajo de la presa principal.

Esta variedad de estructuras y la propia ordenación del sistema permiten algunas consideraciones de in-

terés relativas a la construcción y el planteamiento de las obras hidráulicas en época romana.

EL PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA

El sistema de Cornalbo —dejando, por el momento, al margen la captación auxiliar del Borbollón—, tiene una organización similar a la de, por lo menos, otros dos grandes sistemas de abastecimiento de agua romanos: el de Proserpina, también en Mérida³ y el de Alcantarilla en Toledo.⁴ En los tres casos el esquema es el mismo: una presa y un embalse principal, al que se trasvasan las aguas de una cuenca próxima y desde el que se transportan, por un canal, los caudales disponibles hasta el centro de consumo (figura 1). Las tres son presas de importancia para la época (más de 20 m de altura), al igual que los respectivos embalses, donde se superan los cinco millones de metros cúbicos (5 hm³) de capacidad. Como característica común cabe señalar también que las tres obras se sitúan —sin que haya razones muy claras para ello— en los tramos altos de los respectivos cauces, es decir, en puntos con cuencas alimentadoras relativamente pequeñas: 7 km² en Cornalbo, 50 en Alcantarilla y 9 en Proserpina. Estas peculiares ubicaciones de los embalses principales obligó a construir largas conducciones hasta los núcleos abastecidos: 18 km en Cornalbo, 40 en Alcantarilla y 10 en Proserpina. Y aunque estas soluciones puedan estar parcialmente justificadas por distintos motivos

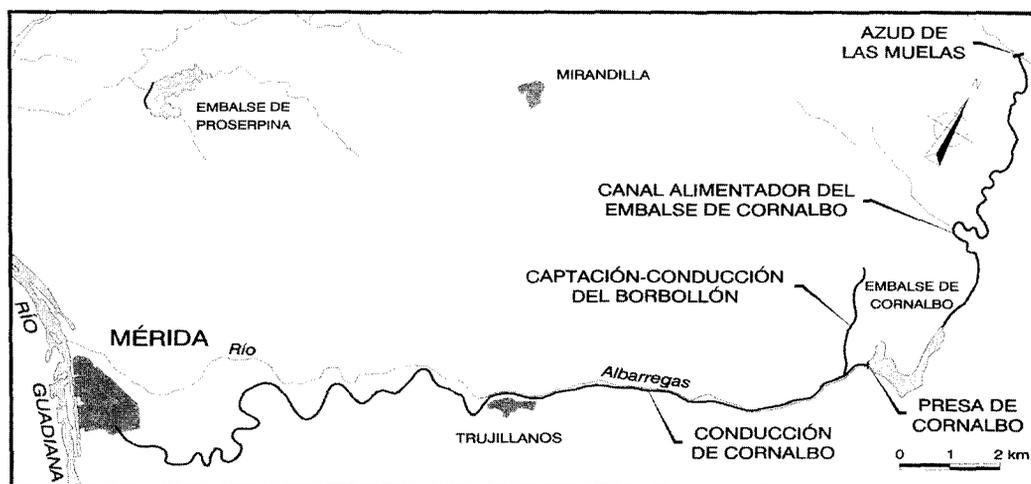


Figura 1
El sistema hidráulico de Cornalbo

—según luego se verá—, la realidad es que no resulta sencillo, con nuestros conocimientos actuales, explicar los criterios básicos que guiaron planteamientos de este tipo. Volveremos sobre ello más adelante. En cualquier caso —y como consecuencia de sus respectivas ubicaciones—, en los tres sistemas, para hacerlos viables o, por lo menos, para mejorar sus respectivas eficacias, hubo que recurrir a incrementar las disponibilidades de agua mediante trasvases desde cuencas adyacentes.

Al ser tan sistemático el modelo, ésto hace pensar en una decisión *a priori*, es decir, en un criterio general de planificación, que se impuso, al menos, en un determinado sector de la Hispania romana y que debió corresponder a una cierta «escuela» de hidráulicos, con antecedentes que, por el momento y a partir de la información disponible, no hemos sido capaces de identificar. En otros casos, como en Almonacid de la Cuba,⁵ cerca de Belchite, es decir, casi en el otro extremo de Hispania, la solución es radicalmente distinta: en este sistema, cuya presa es la más alta (34 m) de las cuatro grandes presas romanas conservadas en España (y probablemente en el mundo, según los datos disponibles), no se recurrió al trasvase desde otras cuencas (aunque sí al aprovechamiento de las aguas de alguna de ellas mediante otros embalses), sin duda porque no era necesario, ya que la presa se construyó en un punto del río Aguasvivas

donde se concentraban las escorrentías de más de 1.000 km² de superficie. Y, sin embargo, las cuatro presas —Almonacid, Cornalbo, Proserpina y Alcantarilla— se construyeron muy probablemente a lo largo del siglo I y primeros años del siglo II, si bien la de Almonacid puede ser la más antigua de todas (época de Augusto), aunque, en todo caso, no más de algunas décadas anterior a la primera de las otras (Cornalbo o quizá Alcantarilla, pues la estructura completa de Proserpina debió levantarse en época de Trajano).⁶ Hay que mencionar, además, en relación con la «escuela» antes citada, el hecho de que la presa de Almonacid es de fábrica, mientras que las otras tres, de similar tipología, son presas de tierra con pantalla impermeable de fábrica.

En Cornalbo —que hemos adoptado como prototipo de los sistemas del centro-oeste peninsular— el trasvase se consigue mediante un curioso azud que corta al sesgo el arroyo de Las Muelas, avanzando de margen izquierda a margen derecha, para luego prolongarse por este último lado, dando lugar a un muro que, con el terreno, forma el canal alimentador (figura 2). En éste se recogen, en algunos puntos —con la colaboración de estructuras complementarias—, las aguas de toda la zona derecha de la cuenca del arroyo de Las Muelas. Al ir ganando altura este canal respecto del cauce, puede, en un determinado punto, cruzar la divisoria, situarse en la cuenca del Albarre-



Figura 2
Restos de la presa de Las Muelas

gas y verter al embalse de Cornalbo. En Proserpina la solución del trasvase es similar, aunque sin una presa tan bien definida como en Cornalbo (o destruida con el paso del tiempo). En Alcantarilla, el azud de trasvase está situado en el arroyo de San Martín de la Montaña, si bien los pocos restos conservados —y estudiados— no permiten mayores precisiones.

En definitiva, los tres trasvases están bien resueltos, si bien en Cornalbo —y ocurre lo mismo en los otros dos— habría cabido la posibilidad de situar el azud de derivación aguas abajo de la posición elegida, con lo cual se habría incrementado la superficie de la cuenca de alimentación y se habría reducido la longitud del canal, que con sus 10 km de recorrido es ya una obra importante. En esencia nos encontramos nuevamente con la misma cuestión enunciada más arriba: la lejanía entre los embalses y los puntos de destino de las aguas.

Parece, por tanto, que en época romana eran otros los factores que primaban sobre los derivados de la construcción —y, en definitiva, conservación— de largos canales. Es muy clara, en este sentido la situación de Alcantarilla respecto de Toledo, donde los 40 km de conducción —con una pendiente exagerada, además— se podrían haber reducido, en la práctica, a la cuarta parte. Algo similar, aunque con distancias menores, ocurre en Cornalbo.

Caso particular es el de Proserpina, que quizá no se plantease, en sentido estricto, para el abastecimiento de Mérida. Por un lado hay que considerar que el canal de conducción desde la presa a la ciudad accede a ésta a través del acueducto de Los Milagros, con una cota de entrada a la estructura superior en casi tres metros a la toma inferior y principal de la presa de Proserpina, en la que, por tanto, no podía tener su origen. Por ello, y aunque el canal es de pendiente bastante reducida hubo que construir una toma más alta

que la principal para alimentarlo. Ésta se situó prácticamente en el contacto entre los dos tipos de fábrica que se identifican en la estructura, pudiéndose haber emplazado algunos metros más abajo. Pero no se hizo así, lo que permite pensar en una primera presa dedicada a otros fines, que después se recreció para atender el abastecimiento de Mérida a través del acueducto de Los Milagros, aunque ello supusiese una utilización parcial del embalse. En cualquier caso, la separación en el tiempo entre ambos planteamientos no pudo ser muy grande, pues la datación radiométrica de que se dispone para la fábrica inferior permite fijar su construcción, como más probable, en época de Trajano, a la que debe corresponder también, de acuerdo con la información disponible, el acueducto de Los Milagros. Por otra parte es de señalar que este acueducto termina en la zona occidental de la ciudad actual, sin que sea fácil desde allí —por la topografía del área— acceder al sector oriental, que es donde se ubicaban los edificios romanos más importantes. No se han localizado restos de obras que facilitasen el acceso. Además el depósito terminal de Los Milagros está a una cota desde la cual no se puede cubrir, en ningún caso, la parte alta y más importante de la ciudad. Todo ello parece indicar que el sistema de Proserpina cumplía funciones marginales —o de otro tipo más general: industrial o regadío— dentro del abastecimiento de agua a Mérida. En tanto no se conozca con mayor detalle el urbanismo romano de esta ciudad, poco más se puede decir.

En resumen, el sistema de Cornalbo puede considerarse una obra bien estructurada pero planteada con unos criterios de difícil justificación. Más adelante apuntamos alguna posible explicación. Algo similar a lo anterior cabe decir de los sistemas de Proserpina y Alcantarilla. El primero de ellos exigió la construcción del magno acueducto de Los Milagros, y, el segundo, además de necesitar un canal de conducción de enorme longitud —para la población no muy numerosa que pudo asentarse en la parte alta del peñón toledano—, tuvo que completarse con un importante puente-sifón (*venter*) que facilitase el paso del Tajo y el acceso a la parte alta de la ciudad. En esta dos últimas obras puede, quizá, aflorar también el interés de la metrópoli en mostrar su poder a los pueblos conquistados. Pero este hecho tampoco justifica la posición de los respectivos embalses de cabecera, pues Los Milagros y el sifón del Tajo tendrían que haberse construido igualmente.

Por ello, precisamente, resulta muy razonable que en Mérida, una vez arruinadas las obras romanas, se recurriese en el siglo XVI a rehacer el acueducto de San Lázaro para recuperar el sistema de Las Tomas —captación basada en el drenaje mediante galerías de los coluviones formados al pie de la sierra de Carija—, por considerarlo entonces el más eficiente y el que podría asegurar el abastecimiento a Mérida a largo plazo. De hecho ha estado en servicio hasta hace pocos años, con algún complemento —nuevas captaciones en galería— construido en el siglo XIX.

LA PRESA

La presa de Cornalbo siempre se ha considerado romana y, de hecho, su traza general tiene que serlo (figura 3). No obstante, tiene algunas peculiaridades que permiten sospechar algún cambio tipológico importante en fecha no muy antigua. En primer lugar se aparta, aunque no del todo, del modelo empleado por la «escuela» hidráulica romana del centro-oeste de Hispania. En Alcantarilla y Proserpina se plantearon dos presas de tierra con pantalla vertical de fábrica aguas arriba. La pantalla —a la que se encomendaba la impermeabilidad del conjunto— estaba formada en ambos casos por dos muros de mampostería (*opus incaertum*) que contenían entre ellos una fábrica de calicanto u hormigón de cal (*opus caementicium*), que ejercía de hecho la función impermeabilizante. En Alcantarilla el paramento de aguas arriba, de este muro debía estar forrado por una sillería de grandes bloques de granito, pues se conservan todavía algunos de estos elementos. En Proserpina la parte inferior del mismo paramento deja ver un revestimiento entre sillarejo y mampostería concertada, mientras que la parte superior es también de sillería granítica, aunque en este caso puede tratarse, en parte, de reconstrucciones posteriores a la época romana.

Por el contrario, en Cornalbo, aunque se mantiene el espaldón de tierras, la pantalla es de estructura mucho más compleja. Consiste, en esencia, en tres muros sensiblemente paralelos entre sí —según la dirección de la presa—, cuyas coronaciones van disminuyendo de cota hacia aguas arriba, y otros muros perpendiculares a los anteriores y distanciados unos 7.00 m entre ellos, que se distribuyen, según parece, a lo largo de toda la estructura. Las coronaciones de estos muros se acomodan a la pendiente general del



Figura 3
La presa de Cornalbo desde coronación

paramento de aguas arriba, variable y determinada por las alturas de los tres muros longitudinales antes indicados. Los recintos formados por las dos series de muros están rellenos de materiales varios —arcilla, hormigón, arenas y gravas—, cubiertos por un enlosado que forma peldaños en algunos sectores (figura 4). No se conoce el detalle de esta estructura, pues no ha sido investigada hasta el momento, debiendo recurrirse a los datos del ingeniero Francisco Rus y Martínez, recogidos en un proyecto de 1913 y a los de Rafael López Egóñez, del año 1922,⁷ al que han seguido prácticamente, todo lo que se han ocupado de la presa con posterioridad.

Es evidente que esta pantalla —o elemento estructural de aguas arriba— se aleja mucho de las soluciones romanas empleadas en Alcantarilla y Proserpina. En esta última los constructores romanos dispusieron unos contrafuertes hacia aguas arriba para colaborar con el muro en la resistencia frente al empuje de las tierras, solución de cuya eficacia cabe dudar, pues la separación entre contrafuertes resulta excesiva, sobre todo en algunos sectores. En Alcantarilla no hay contrafuertes en las zonas que permanecen en pie ni se han podido localizar restos en los tramos derruidos. De ahí que en este caso no se pueda asegurar la existencia de contrafuertes.

En Cornalbo el muro contra el que se apoya el espaldón de tierras, cuya estructura interna desconocemos, se complementa con los recintos a los que antes nos hemos referido. Es un dispositivo estructural que no se ha señalado, que sepamos, en ninguna presa romana.⁸ Sin embargo se ha utilizado en España en algunas presas de fábrica modernas, entre ellas la de El Gasco, en el Guadarrama, construida entre 1787 y 1799, año en el que se abandonó al derruirse uno de los recintos.⁹

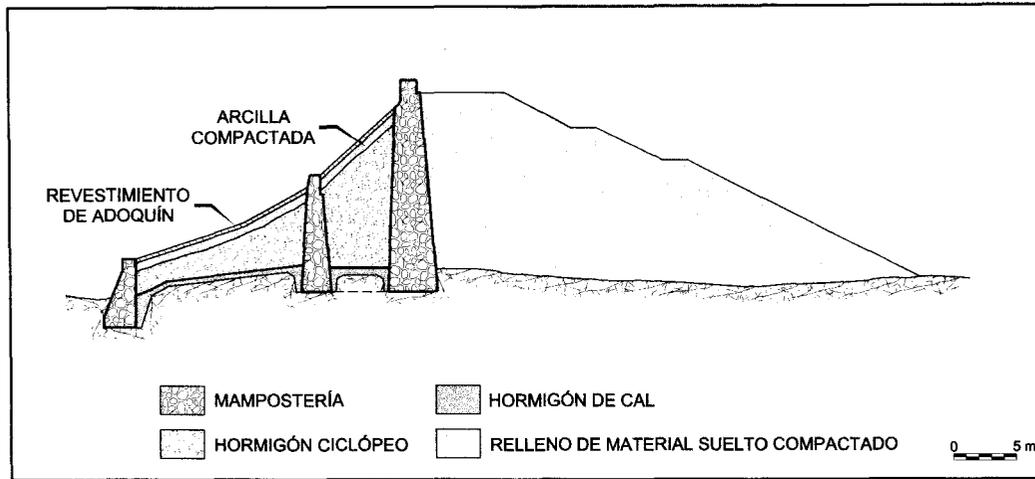


Figura 4
Presa de Cornalbo. Sección tipo

A partir de estos últimos datos, y en tanto se pueda avanzar en el conocimiento de la presa de Cornalbo con nuevos estudios, nos permitimos apuntar una hipótesis sobre la estructura original y algunas de las reconstrucciones posteriores. Parece lógico para ello tomar como referentes las presas de Alcantarilla y Proserpina, que pertenecen a sistemas planteados con los mismos criterios que en Cornalbo. Si se admite entonces, para mantener el paralelo, la necesaria similitud de las tres presas originales —entre Alcantarilla y Proserpina la semejanza es evidente, excepto, en todo caso, en los contrafuertes de aguas arriba— Cornalbo debería haber sido en el momento de su construcción una presa de tierras con pantalla —muro impermeable— aguas arriba, reforzada (o no) con contrafuertes hacia el embalse. El paramento de aguas arriba de este muro podría presentar un revestimiento de sillares al estilo de Alcantarilla, pues diversos autores citan la reutilización de piezas de Cornalbo en la iglesia de Trujillanos. Más tarde, y parcialmente arruinada, la presa, se podía haber reconstruido con el refuerzo estructural que ahora permanece. Esta rehabilitación tiene que ser anterior a 1906, que es cuando los últimos proyectos de reconstrucción se ponen en marcha, pero a partir de una estructura del tipo de la actual.

Está documentado que en 1773 Pedro Rodríguez de Campomanes solicita una concesión en el embalse de Cornalbo para poner un molino de papel¹⁰ y algu-

nos autores se refieren al buen estado de la presa mientras atendió el suministro de agua a la fábrica.¹¹ No parece, por tanto, improbable que Campomanes encontrase la presa de Cornalbo parcialmente arruinada (quizá en las zonas superiores, pues parece que el embalse todavía retenía algo de agua) y optase por una reconstrucción que asegurase a largo plazo el suministro de agua a la industria papelera que proyectaba. En este supuesto pudo optar por una solución vigente en la época —el sistema de retículas—, aprovechando para ello unos eventuales contrafuertes, peor o mejor conservados, que se prolongaban hasta el que hoy se considera muro intermedio de los tres longitudinales que hay en la estructura.

Esta hipotética —por el momento— intervención (u otra anterior del mismo tipo sobre la que habría actuado, en este caso, Campomanes) explicaría la particular tipología actual de la presa romana de Cornalbo¹² (figura 5).

No es sólo la pantalla la única singularidad de la presa que estudiamos, pues también lo es la torre de toma, en posición exenta hacia aguas arriba. En Alcantarilla y Proserpina las torres se sitúan desde el muro hacia aguas abajo, dentro de los respectivos terraplenes, lo que facilita el acceso por el interior al formar recintos estancos. En Almonacid la torre se emplaza aguas arriba, pero adosada a la fábrica y hay otras referencias de tipología de este tipo en época antigua, pero siempre próximas o unidas a la estruc-



Figura 5
Presa de Cornalbo. Paramento de aguas arriba.

tura principal.¹³ En Cornalbo el vano entre torre y presa se salvaba mediante un puente en arco —apoyado, quizá, del lado de la estructura, en un contrafuerte—, según se deduce del salmer que todavía se conserva en la torre.

En el caso que nos ocupa la ubicación de ésta puede, quizá, justificarse por un hecho que debe ser anterior a la propia presa. Macías Liáñez¹⁴ —al que siguen otros autores— cita la existencia de unas galerías abiertas en el terreno natural, que se concentraban donde hoy está la torre. Por lo que luego se verá al analizar el sistema de El Borbollón, debe tratarse de galerías de captación en el aluvial, que reunían las escorrentías avenadas en un punto donde tendría su origen la galería de conducción a Mérida. Este procedimiento, como es obvio, es innecesario bajo un embalse, por lo que —según hemos explicado en otro trabajo—¹⁵ debe corresponder a un sistema de abastecimiento de agua a Mérida anterior a la presa, en relación con el cual se construyó el canal de conducción. Cuando, finalmnte, se levantó la presa, la torre se emplazó en el punto más lógico, esto es, en el inicio de la conducción.

La presa de Cornalbo permite anotar otro punto de interés en lo que a las obras hidráulicas en época romana se refiere. Es una presa sin aliviadero, circunstancia que se repite en otras muchas, entre ellas Alcantarilla y Proserpina, pues lo que algunos autores mencionan como tales para estas presas —ligeras excavaciones en los estribos— pueden explicarse como erosiones de carácter natural, con independencia de los efectos negativos que habrían producido en los espaldones de tierra, de haber aliviado sistemáticamente las avenidas. Por otro lado, la «Sangradera» de Proserpina es un pequeño desagüe en un muro lateral, con capacidad muy limitada como para que se pueda considerar un auténtico aliviadero.

En Almonacid de la Cuba hay un aliviadero en túnel en el estribo izquierdo, aunque de capacidad también reducida, que no debía ser efectivo en avenidas importantes, pues todo este sector de la presa experimentó numerosas reparaciones en época romana, según lo demuestran los variados tipos de fábrica allí presentes.

De todos estos datos, parece deducirse que los hidráulicos romanos no habían alcanzado el conocimiento necesario —empírico, evidentemente— para canalizar las aguas en avenida con garantías suficientes para la seguridad de las presas. Y en ello puede radicar —al menos para la «escuela» que trabajó en el centro-oeste de Hispania durante el siglo I— el motivo de ubicar las presas en puntos altos de las cuencas fluviales —Cornalbo y Alcantarilla— o en antiguas charcas de escasa aportación —Proserpina—, donde podían controlar las escorrentías recibidas en los embalses y, en definitiva, las alturas de las láminas de agua, con el empleo, solamente, de las tuberías de toma. De este modo transformaron los embalses, en el sentido actual del término, en auténticos estanques —grandes estanques—, fáciles de manejar. Y no siempre lo consiguieron, pues la presa de Alcantarilla se rompió en una avenida, según atestigua la posición de algunos bloques volcados. (De los tres sistemas que venimos citando este último era el que tenía mayor cuenca de alimentación).

LA CAPTACIÓN-CONDUCCIÓN DE EL BORBOLLÓN

Se trata, según lo dicho más arriba, de la captación, mediante un sistema de galerías, de las escorrentías infiltradas en el coluvión que cubre el fondo de un barranco afluente del Albarregas por la derecha, inmediatamente aguas abajo de la presa, para después conducir las, también en túnel, a la conducción principal. La geometría del entronque de ambas conducciones denota que la de El Borbollón es más moderna, lo que no permite asegurar, sin embargo, si es posterior o anterior a la construcción de la presa, aunque resulta más lógico esto último, pues con el embalse de regulación en servicio, sería innecesario el complemento de las aguas de El Borbollón.

Este sistema, auxiliar del de Cornalbo, es similar al de las Tomas y al formado por las galerías de captación anteriores a la presa. Y tiene interés especial, pues confirma que ya en época romana se recurrió

—sistemáticamente en Mérida, por lo menos— a un sistema de aprovechamiento de las aguas subterráneas muy antiguo, cuya introducción en nuestro país suele asignarse a los musulmanes, que, no obstante, lo construyeron y emplearon en muchas ocasiones.

NOTAS

1. Cf. Martín Morales, J.; Arenillas Parra, M.; Díaz-Guerra Jaén, C.; Cortés Gimeno, R.; Arenillas Girola, M. y Giménez González, D.: «El abastecimiento romano a Augusta Emérita», *Actas del Segundo Congreso Nacional de Historia de la Construcción* (La Coruña 22-24 de octubre de 1998), pp. 321-329.
2. Véase Martín Morales, J. et al, 1998, *op. cit.*, donde se recogen las referencias de los trabajos en los que se apoyan las conclusiones expuestas en ese artículo.
3. Martín Morales, J. et al 1998, *op. cit.*, donde hay bibliografía sobre el tema, y en particular Arenillas Parra, M.; Martín Morales, J. y Alcaraz Calvo, A.: «Nuevos datos sobre la presa de Proserpina», *Revista de Obras Públicas*, nº 3311, Madrid, junio 1992, pp. 65-69.
4. Arenillas, L.; Arenillas, M.; Díaz-Guerra, C. y Macías, J. M.: «El abastecimiento de agua a Toledo en época romana», en VV.AA.: *Historia del abastecimiento y usos del agua en la ciudad de Toledo*, Madrid, 1999, pp. 35-48.
5. Cf. Arenillas Parra, M.; Díaz-Guerra Jaén, C. y Cortés Gimeno, R.: «La presa romana de Almonacid de la Cuba», en VV.AA.: *La presa de Almonacid de la Cuba*, Madrid, 1996.
6. Sobre las propuestas de datación de estas presas y los datos en los que se basan, véanse los trabajos citados en las notas anteriores. Igualmente para las características de los respectivos sistemas, a las que se hace mención a lo largo de este trabajo.
7. Rus y Martínez, F.: *Replanteo del proyecto de reparación del pantano de Cornalbo*, 1913 y López Egóñez, R.: *Proyecto reformado del de ampliación del embalse en cumplimiento de lo ordenado en la Real Orden de aprobación del 10 de marzo de 1920*, 1922.
8. Cf. Schnitter, N. J.: *A History of Dams*. Rotterdam, 1994.
9. Cf. Garrandés, E.: «La presa de El Gasco, sobre el río Guadarrama», *Bol. inf. MOP*, nov. 1963, pp. 20-25 y dic. 1963, pp. 26-29.
10. Cf. Álvarez Sáenz de Buruaga, J.: *Materiales para la historia de Mérida*. Mérida, 1994, p. 182.
11. Fernández y Pérez, G.: *Historia de las antigüedades de Mérida*, Mérida, 1893, p. 39 y Sánchez Loro, D.: *Emerita Augusta*, Cáceres, 1947, p. 195.
12. No obstante todo lo anterior, cabe la posibilidad de que la particular estructura de la pantalla de Cornalbo sea de origen romana, en cuyo caso nos enfrentaríamos con una nueva tipología de presas de esta época. Un estudio profundo y detallado de la obra y de la documentación relativa a ella sin duda permitiría aclarar estas cuestiones.
13. Cf. Schnitter, N.J.: *A History of Dams*, 1994, *op. cit.*, pp. 21-29.
14. Macías Liáñez, M.: *Mérida monumental y artística*, 1929, pp. 55-56.
15. Martín Morales, J. et al, 1998, *op. cit.*