

# **CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LOS ABASTECIMIENTOS DE AGUA A EMÉRITA AUGUSTA.**

Doña M<sup>a</sup> Eugenia Polo García  
Don José Antonio Gutiérrez Gallego  
*Universidad de Extremadura*

## **RESUMEN**

*Las obras hidráulicas realizadas por los romanos han llegado hasta nuestros días en un estado de conservación en algunos casos envidiable. El estudio de estas conducciones desde un punto de vista topográfico nos permite determinar el grado de competencia de nuestros antecesores los topógrafos romanos y el nivel técnico alcanzado en sus obras. Así podemos estudiar restos arqueológicos con criterios no solo históricos, sino también técnicos, en este caso topográficos, tanto por el método como por el instrumental, siendo estos estudios un complemento valioso que no debería faltar en las investigaciones sobre el legado dejado por otras civilizaciones.*

## **1. – LA AGRIMENSURA ROMANA**

El mundo romano nos legó importantes obras públicas como calzadas, acueductos o edificios singulares que incluso necesitaron la creación de puestos específicos para el mantenimiento y cuidado de esas obras. Tenemos, por ejemplo, el cargo de *Curator Aquarum*, que sería un inspector o encargado de los suministros de agua a las ciudades. Dicho cargo fue desempeñado por Sexto Julio Frontino (40-103 d.C.), agrimensor que desarrolló su vida profesional bajo los emperadores Vespasiano, Tito, Nerva y Trajano. La labor de este agrimensor fue amplia y fecunda, publicando una serie de tratados entre los que destaca “De agri mensura”, un manual donde se recogen los métodos y las operaciones técnicas propias de la profesión, y “De aquaeductibus urbis Romae”. En el capítulo “De controversiis” de su libro “De agri mensura” se narra que Emérita Augusta (Mérida) recibió un territorio muy grande de

manera que una vez asignadas las tierras a los colonos, todavía quedaba mucho terreno desocupado.

Otros agrimensores destacados fueron Sículo Flaco, Balbo e Higino “el gromático” (siglo II d. C.), autor este último de “Constitutio limitum” donde se dice que a Emérita Augusta, por ser un territorio tan extenso, se le asignaron 400 iugera, que se correspondía con un rectángulo de 710 \* 1 420 metros. El Kardo, en la dirección Este-Oeste y el Decumano, en la Norte –Sur, las alineaciones principales en el asentamiento de ciudades, tenían 20 y 40 actus, respectivamente. Aggenio Urbico, agrimensor y jurista, compuso sus tratados al amparo de la dinastía Flavia, escribiendo “De controversiis agrorum”, escrito sobre agrimensura que trataba de los pleitos que se originaban en relación con las tierras.

El agrimensor romano debe realizar operaciones de orientación, establecimiento de alineaciones en el terreno, división de tierras, medición de distancias y nivelación de terrenos con indicación de las pendientes de las conducciones. En cuanto al instrumental utilizado, sin ser sofisticado, resulta suficiente para resolver las necesidades eminentemente prácticas de estos grandes constructores. En el capítulo quinto del libro octavo, Vitrubio (“Los diez libros de arquitectura”) hace una clara descripción del chorobates como instrumento de nivelación. Existen también referencias, tanto de Frontino como de Vitrubio, a la profesión de Librator Aquae en la que se dice que es una persona cuyo conocimiento es indispensable en la construcción de acueductos, fuentes y otras estructuras que tenían como propósito conducir un fluido de un lugar a otro ayudándose de la libra aquaria o nivel. Otros instrumentos utilizados por los romanos son heredados de otras civilizaciones como la dioptra, que sufre un cierto abandono por la dificultad de su construcción, y la groma egipcia, aunque con ciertas variaciones, al realizarse la sujeción de la cruz de forma excéntrica.



El reloj de sol o gnomon, heredado también de las civilizaciones babilónica, egipcia y griega, permite el establecimiento del Kardo y el Decumano. El resto de las calles se conformaban en paralelo con respecto a estos ejes. El hodómetro romano era otro instrumento que estaba formado por una serie de engranajes de

ruedas dentadas y tornillos sin fin, en el interior de una caja colocada sobre la rueda de un carro de longitud conocida y permitía medir distancias al convertir el número de vueltas de circunferencia en un valor de distancia.

Fotografía n ° 1 . Recreación de la dioptra romana

## 2. - LOS SISTEMAS ROMANOS DE ABASTECIMIENTO A *EMÉRITA AUGUSTA*

Cabe afirmar que la mayor parte de las ciudades que en la época romana alcanzaron un cierto desarrollo contaron al menos con un acueducto. La palabra acueducto designaba originalmente a una conducción de aguas en su conjunto. La propia Roma llegó a tener once acueductos, Lyon (*Lugdunum*, en las Galias) cuatro, y Mérida (*Emérita Augusta*, en Hispania) tres, cuyos restos atestiguan perfectamente la magnitud y complejidad técnica de unos sistemas de abastecimiento en la concepción y ejecución de los cuales, los trabajos topográficos tuvieron una enorme importancia, tanto en la fase de diseño como en la de construcción.

Realizaremos a continuación una breve descripción de los tres sistemas de abastecimiento de aguas a Emérita Augusta.

### a) **La conducción de Proserpina.**

Parte de la presa de dicho nombre, situada a unos cinco kilómetros de Mérida. Estructuralmente la presa se compone de un muro-pantalla de diversas fábricas pétreas (sillería “*opus quadratum*” y hormigón romano “*opus cementitium*”, habitualmente denominado “calicanto”) y un terraplén adosado aguas abajo. Su altura máxima es de unos veinte metros, y su capacidad de embalse aproximada de 5 millones de metros cúbicos.



Fotografía n ° 2.- Presa de Proserpina

Tiene dos torres de toma adosadas al muro. El embalse cuenta, además de las aportaciones de su cuenca hidrográfica, con un canal alimentador que trasvasa un arroyo cercano.

El trazado de la conducción, deducible a partir de los restos conservados, se adapta bastante bien a la curva de nivel del terreno, evitando en lo posible obras de fábrica o grandes excavaciones, a excepción de ambos extremos, en uno de los cuales (el de aguas arriba) existe un túnel excavado en roca, mientras que en el otro, la conducción tiene que salvar el valle del Albarregas (arroyo afluente del Guadiana por la margen derecha) lo que se realiza mediante el monumental puente-acueducto denominado “de los Milagros”, de tres órdenes de arcos y unos veintiséis metros de altura máxima. La conducción finaliza en un depósito terminal situado en el cerro del Calvario, dentro de la ciudad.



Fotografías n ° 3 y 4. Sección de la galería de salida de la presa

El canal (*specum*) de la conducción de Proserpina discurre sobre el terreno, salvo en el tramo del túnel antes citado, ejecutado en hormigón romano y mampostería. Tiene una longitud cercana a los nueve kilómetros.

La presa de Proserpina cuenta con dos torres de toma, una mas profunda en la margen derecha en torno a la cota 228,50 (cotas absolutas) y otra menos profunda en la margen izquierda en torno a la cota 236. Si tenemos en cuenta que la parte superior del acueducto de Los Milagros está aproximadamente a la cota 231,25, parece claro que hay que descartar la torre de toma de margen derecha, dándose sin duda el suministro desde la torre de margen izquierda.

De dicha torre de toma arranca una galería que atraviesa el terraplén de la presa, que suponemos sería el origen de la conducción. En el extremo de aguas debajo de dicha

conducción se obtiene la cota 235,997. Por otra parte, en el extremo final del acueducto de Los Milagros se obtiene la cota 231,266. La distancia entre estos dos puntos, medida sobre un trazado que pasa por los restos existentes apoyándose entre los mismos en las curvas de nivel del terreno es de 9.081 metros. Es decir:

TRAMO	DISTANCIA	DIF.COTA	PENDIENTE
Toma en presa a acueducto de Los Milagros	9.081 m	4,731 m	0,000521

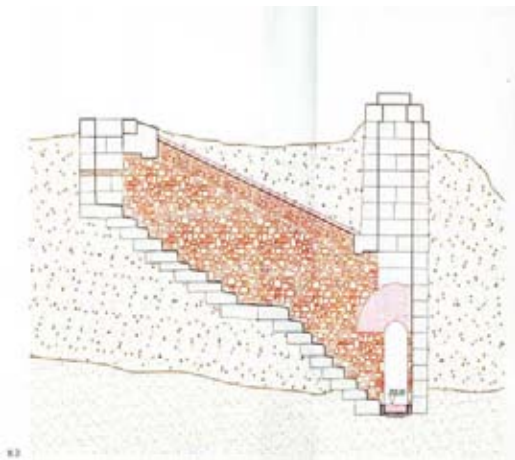
Por tanto, nos encontramos con una pendiente media para el conjunto de la conducción de 0,5 milésimas, análogas a las actualmente empleadas en conducciones en lámina libre (canales) lo que requeriría para su ejecución unas técnicas de nivelación bastantes avanzadas. Con dicha pendiente resultante, y las dimensiones medias de la sección tipo de la conducción, se calcula que la conducción podría aportar un caudal de entre 100 y 200 litros por segundo.

#### **b) La conducción de Rabo de Buey**

Recoge las aguas subalveas de diversos pequeños arroyos de las proximidades de Mérida, mediante diversos ramales que se van incorporando a una conducción principal que finalmente sale a la superficie, y que para alcanzar la ciudad debe atravesar también el valle del Albarregas.

Los ramales subterráneos encargados de la captación y transporte de aguas son los conocidos como “Las Arquitas”, “Casa Herrera” y “Valhondo”. Se trata de conducciones que discurren a cierta profundidad (entre dos y cinco metros por lo general) bajo el cauce de los arroyos, realizadas en hormigón romano y mampostería, o en algún tramo directamente en la roca excavada sin revestir. El techo está abovedado, y la solera sirve de canal de transporte de las aguas que se filtran a la galería por todo su perímetro. Algunas de estas conducciones

cuentan con pozos de registro, situados a intervalos más o menos regulares, y en algún caso incluso escaleras de acceso.



Fotografías n ° 5 y 6.- Pozo de registro y accesos a la conducción de Rabo de Buey.

Cerca de la zona conocida como “arcos de La Godina” (el nombre hace referencia a un pequeño puente-acueducto de la propia conducción) el ramal principal, después de haber recibido las aportaciones de todos los otros ramales, sale a la superficie y enfila la ciudad a través del valle del Albarregas. Dicho valle se salvaba, en forma análoga a como lo hacía la conducción de Proserpina, mediante un acueducto que debía ser similar al de “Los Milagros”, pero que lamentablemente ha desaparecido a excepción de escasos restos, siendo sustituido en la edad moderna por otro acueducto, de menor altura y mucho menor elegancia, conocido como “acueducto de San Lázaro”.

Las trazas finales de esta conducción, ya dentro de la ciudad, se localizan en la zona de la “Casa del anfiteatro”.

Esta conducción ha estado en servicio, abasteciendo las fuentes públicas, hasta los años cincuenta del presente siglo, y todavía en la actualidad captan y conducen agua hasta las inmediaciones del acueducto citado, escapando ésta de la conducción por un agujero de la misma, que constituye una especie de “fuente”, conectada a la red de saneamiento, aprovechada por los vecinos para fines distintos del abastecimiento, como lavado de coches, etc.

### c) La conducción de Cornalbo

Tiene su origen principal en la presa de dicho nombre, cuya estructura no se conoce demasiado bien, aunque parece estar formada mediante tres muros verticales transversales al cauce, quizá unidos con muros longitudinales a este, con relleno de materiales térreos y una pantalla de sillarejo en el paramento de aguas arriba. Aguas abajo del último de los muros transversales citados se adosa un terraplén. Cuenta con una torre de toma exenta. Tiene una altura de unos veinte metros, y aproximadamente 10 millones de metros cúbicos de capacidad.



Al igual que en el caso de Proserpina, se cuenta con un canal alimentador que trasvasa aguas de las cuencas de algunos arroyos tributarios del río Fresnedas.

Fotografía n ° 7.- Presa de Cornalbo

Esta conducción de Cornalbo es la que presenta peor estado de conservación, siendo los restos inexistentes en gran parte de su trazado, lo cual puede ser debido a varias causas, como las labores agrícolas realizadas sobre los terrenos por donde discurría la conducción, reaprovechamiento de los materiales de la conducción para otras obras, o incluso en algunos tramos avenidas del Albarregas.

Dada la circunstancia anterior, el trazado de la conducción presenta tramos donde sólo cabe conjeturar sobre el mismo. En líneas generales, éste debía ser sensiblemente paralelo y cercano al arroyo Albarregas desde su inicio, discurriendo al principio por su margen

derecha para cruzar luego a la izquierda, para separarse del arroyo ya en las proximidades de Mérida y entrar en la ciudad desde el Este, por tanto sin tener que salvar el valle del Albarregas, razón por la que esta conducción no precisa de un gran puente-acueducto terminal.

Parece ser que a su entrada en la ciudad, esta conducción discurría sobre sus murallas. Sus últimas trazas aparecen en la zona próxima al estadio de fútbol.

La conducción de Cornalbo presenta la singularidad de tener una segunda alimentación mediante un ramal subterráneo similar a los anteriormente descritos de la conducción de “Rabo de buey”, denominado “conducción del Borbollón”, por ser este el nombre del arroyo bajo la cual discurre. Este ramal se une a la conducción principal unos cientos de metros aguas abajo de la presa, en una arqueta cuyos restos se conservan, aunque muy deteriorados. No se sabe realmente si la entrada en servicio de esta conducción del Borbollón es anterior, contemporánea o posterior a la de la presa.

Finalizaremos esta breve reseña sobre los sistemas romanos de abastecimiento de Mérida haciendo constar que, desgraciadamente, no se conoce ningún documento de la época en el que se trate, o al menos se haga referencia a estos sistemas (a diferencia de lo que ocurre con los acueductos de Roma, sobre los que contamos con la obra de Frontino ) por lo que el estudio de sus restos cobra especial importancia como única fuente directa de información sobre los mismos.

## **Bibliografía**

Julio Frontino, S “De aquaeductibus urbis Romae”. Puede encontrarse el original latino y la traducción inglesa en <http://www.ukaus.edu/history>.



“Caracterización histórica, funcional y constructiva del sistema hidráulico de Proserpina” Confederación Hidrográfica del Guadiana. Director: D. Juan Martín Morales. Empresa consultora: Ingeniería 75. Confederación Hidrográfica del Guadiana

“Estudios de caracterización de las conducciones romanas de Mérida”. Director: D. Juan Martín Morales. Empresa consultora: Ingeniería 75. Confederación Hidrográfica del Guadiana.

Vitruvio Polion, M “Los diez libros de arquitectura” Alianza Editorial, Madrid 1.985. ISBN 84-206-7133-9

Fernández Casado, C. “Ingeniería hidráulica romana” Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Ediciones Turner, Madrid 1.985. ISBN 84-7506-150-8

Dr. Pedro Resina Sola “Sobre un tratado de agrimensura del siglo I” Departamento de Derecho Romano de la Universidad de Granada. “Topografía y Cartografía” (Números 46,47 54 y 65) Revista del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. Depósito legal M- 12-002-1984 ISSN 0212-9280

Dr. Pedro Resina Sola “Función y Técnica de la Agrimensura en Roma ” Departamento de Derecho Romano de la Universidad de Granada. “Topografía y Cartografía” (Números 37 y 38) Revista del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. Depósito legal M- 12-002-1984 ISSN 0212-9280

Oswald A. W. Dilke “Les Arpenteurs de la Rome Antique” Traducción de Jacqueline Gaudey. Ediciones APDCA

L.A. y J.A. Harvey “Los Ingenieros romanos” Cambridge University Press, 1974. Ediciones Akal 1990  
ISBN 84-7.600-519-9