

Los usos del plomo en la ingeniería hidráulica romana. El caso de *Augusta Emerita*

ANA ISABEL CANO ORTIZ*

JESÚS ACERO PÉREZ**

ana_cano_ortiz@hotmail.com

j.acero@terra.es

INTRODUCCIÓN

El estudio de la ingeniería hidráulica constituye un medio ineludible para profundizar en el conocimiento de la estructura urbanística de las ciudades romanas y su evolución, además de proporcionar datos de interés para emprender campos de investigación tan dispares como son la vida cotidiana, la demografía, la salud e higiene, la administración municipal e incluso la religión. Sin embargo, hasta el momento la investigación arqueológica prácticamente ha centrado sus miras en las grandes edificaciones, como los acueductos, las presas y las termas, marginando otro tipo de construcciones como son las cloacas, las cisternas y las cañerías o tuberías, por ejemplo, olvidándose así de unas evidencias o restos "menores" que, si los tuviéramos en cuenta, nos proporcionarían sin duda un importante caudal de información en aras de una mejor comprensión de la cultura romana.

Una muestra de la falta de atención hacia estos temas es, por ejemplo, la escasa bibliografía existente sobre las tuberías de plomo, sin duda los elementos plúmbeos más habituales y conocidos de la hidráulica romana. Lo cierto es que el plomo ha sido un material tradicionalmente relegado a un segundo plano en las investigaciones arqueológicas, a excepción de algunos estudios puntuales. Tal vez la razón haya que buscarla en el hecho de que el plomo en el

mundo romano ha ejercido siempre como auxiliar de otros materiales, lejos de las creaciones más vistosas y artísticas.

En lo que a las tuberías de plomo se refiere, la bibliografía existente es reducida, como hemos indicado, de ahí que creamos conveniente comenzar este trabajo haciendo un breve repaso de las obras existentes en referencia a ellas. Hemos de señalar, primeramente, que de las tuberías de plomo han interesado sobre todo los sellos, un tema que se ha visto recogido ampliamente en la obra *Epigrafia della produzione e della distribuzione* (1994). Otros trabajos al respecto, enumerados por orden cronológico, son los de Colonna (1960: 363-365), el trabajo básico de Michon (1969: 1146-1149), Eck (1982: 197-209), Priuli (1986: 187-195), la importante obra de Cochet y Hansen sobre los tubos plúmbeos de Vienne (1986), los artículos de Brunn (1992: 3-16), Paparazzo (1994: 61-72), Petrucci (1996: 169-207), y el libro más general de Malissard sobre el agua en Roma (1996), y el reciente estudio de Cochet (2000) sobre los plomos de la Galia romana y sus técnicas de fabricación.

En España la bibliografía sobre las tuberías de plomo es aun más exigua. Únicamente se puede destacar un breve artículo de Beltrán (1977: 1049-1054) dedicado a un tubo de plomo aparecido en las termas de los Bañales (Zaragoza), un trabajo sobre las tuberías de plomo que componían el sifón que abastecía

* Licenciada en Historia. Universidad de Extremadura.

** Becario de la Fundación "Fernando Valhondo Calaff".

a *Caesaragusta* (Vázquez y González, 1988: 36-55), y otro artículo más reciente de Egea Vivancos sobre las tuberías de *Carthago Nova* (2002a: 167-178). También existen otro tipo de obras donde los artefactos de plomo (tuberías principalmente) son tratados dentro del contexto general de la ingeniería hidráulica romana, tal como sucede en la obra ya clásica de Fernández Casado (1983), así como en el catálogo de la exposición *Artífex* sobre la ingeniería romana en España (VV. AA., 2002: 54-113), y en el monográfico de la revista *Empúries*, N° 53 (2002), dedicado a la gestión del agua en las ciudades romanas de *Hispania* y donde figura una serie de artículos que intentan describir los elementos más definitorios de los sistemas hidráulicos de varias de estas ciudades. Dentro de este tipo de trabajos habría que situar también la obra de Ventura Villanueva en torno al abastecimiento de agua *Corduba* (1996), donde recoge un capítulo referente a las tuberías de plomo en la capital cordobesa.

También en *Augusta Emerita* el uso del plomo dentro de los sistemas de gestión del agua ha sido un tema deficitariamente tratado hasta ahora. Lo cierto es que los trabajos relacionados con el ciclo del agua en Mérida se han centrado fundamentalmente en las presas, los acueductos y los baños. Sólo en fechas muy recientes han aparecido algunos trabajos que recogen otras evidencias distintas de las construcciones más monumentales. Así es el caso de un trabajo donde Alba Calzado (2001: 59-78) realiza interesantes observaciones sobre los elementos de la red de aguas que se encuentran en conexión con las calles y las viviendas de la Mérida romana (fuentes, pozos, estanques, tuberías de plomo, caños cerámicos, desagües, cloacas, etc). En otro artículo, elaborado por varios autores (Mateos, Ayerbe, Barrientos y Feijoo, 2002: 67-88) e incluido dentro del mencionado monográfico de la revista *Empúries*, se realiza un *status questionis* general en relación a la gestión del agua en *Emerita*, completando el conocimiento que hasta ahora existía de los sistemas de captación, distribución y evacuación del agua con los últimos hallazgos arqueológicos ocurridos en la ciudad. Pero el único trabajo dedicado íntegramente a las *fistulae* emeritenses es el elaborado por Saquete Chamizo en torno a los sellos de las tuberías; lamentablemente a fecha de redacción de nuestro trabajo este artículo aún no ha

sido publicado (Saquete Chamizo, e.p), de modo que no pudimos consultarlo.

Por otra parte, los autores clásicos también nos informan, a veces con generosidad de detalles, sobre la ciencia de la conducción de las aguas (*aquae ductus*), de modo que en muchos casos se pueden trasladar a las evidencias arqueológicas las informaciones aportadas en los textos clásicos. En este sentido, es de destacar el libro VIII de *Los Diez Libros de Arquitectura* de Vitruvio, así como el tratado *De aquae ductu Urbis Romae*, escrito por Frontino, quien desempeñó la nueva magistratura de responsable de las aguas de la ciudad de Roma (*curator aquarum*) en el 97 d.C., condensando en esta obra sus experiencias en dicho cargo e incluyendo una historia del suministro de agua a la capital romana.

EL PLOMO COMO MATERIAL EMPLEADO EN LAS OBRAS DE INGENIERÍA HIDRÁULICA

Cuando se trata de la aplicación del plomo en época romana, es con la ingeniería hidráulica con la que parece tener una mayor vinculación, sobre todo cuando nos referimos a las conducciones de agua en las ciudades romanas y ciertamente, el uso del plomo más conocido es, sin duda, en las tuberías de plomo. No obstante, como se verá más adelante, su uso en este ámbito es más amplio yendo más allá de las tuberías plúmbeas.

No era el plomo el único material empleado por los ingenieros romanos en la conducción del agua, puesto que conocemos el uso de otros materiales, como la madera (mediante el vaciado de los troncos), la piedra (sillares horadados), las canalizaciones de obra, las tuberías cerámicas o incluso las de bronce. Las conducciones de madera, piedra o cerámica recibían el nombre genérico de *tubuli*, mientras que se reservaba el nombre de *fistulae* para las de metal, ya fueran de plomo (*fistulae plumbeae*) o de bronce.

Entre las tuberías son las de plomo las más eficaces y, por ende, unas de las más utilizadas en época romana. Las ventajas que conlleva el plomo en comparación con otros materiales como la cerámica era, principalmente, la maleabilidad y la baja temperatura de fusión de este metal, lo cual permitía su adaptación a formas diversas y a los posibles cambios bruscos en el trazado de las tuberías; de hecho, en

muchas ocasiones se constata que la fabricación de las tuberías está hecha a medida y según las necesidades del sitio exacto en que éstas debían ser colocadas. Ello se unía también a la menor complejidad que planteaban a la hora de solucionar las juntas y los sellados de los tubos, mediante soldadura, a la vez que facilitaban la reparación en caso de fisuras. Finalmente, los tubos de plomo podían soportar elevadas presiones, de ahí la preferencia por estas tuberías en aquellos casos en que la presión fuera elevada, tal como sucede con los grandes sifones. Sin embargo, Vitruvio desestimó su uso al considerar que el plomo tenía efectos perjudiciales sobre la salud. Efectivamente, parece ser que del desgaste de las tuberías salía el albayalde, un carbonato tóxico del plomo, pero también es cierto que sólo algunas aguas fuertemente corrosivas eran capaces de provocar una disolución parcial del plomo, convirtiéndolas en nocivas cuando la presencia de dicho metal era superior a 0,1 mg. por litro (Adam, 1996: 277). En realidad el único inconveniente del plomo era el de su elevado coste, no sólo por el valor del mineral en sí, sino porque su manipulación y transformación exigía una mano de obra muy especializada. Por ello no resulta extraño que en ocasiones fuera sustituido por otros materiales, principalmente por caños cerámicos, que, en opinión de Vitruvio, resultaban más económicos, más saludables y no requerían de personal cualificado para las reparaciones.

La fabricación de las *fistulae* la desarrollaban los *plumbarii*, obreros que confeccionaban planchas de plomo para hacer las tuberías, aparte de ser los encargados de su colocación, reparación y mantenimiento. La elaboración de las *fistulae* se hacía de manera estandarizada, al menos, desde época augustea, estableciendo un calibre en función del caudal del agua, y una nomenclatura directamente relacionada con la fabricación de las tuberías, puesto que definía el calibre según la anchura y el peso de la lámina de plomo antes de darle forma. Es Vitruvio el que nos proporciona esta primera clasificación de calibres reglamentada. El calibre básico de estas *fistulae* era el *quinarius*, que correspondía a una tubería que tenía un diámetro interior de 5/4 de pulgada, es decir, 2,3 cm., y era la tubería de menor dimensión. A partir de este calibre básico se

hacia una progresión regular que iba aumentando de cuarto en cuarto hasta llegar a la *fistula vicenaria*. Tiempo después Frontino haría notar que el sistema era impreciso, puesto que no era posible estar seguro de que dos planchas aun de igual tamaño llegaran a tener un calibre exacto. Frontino estableció a su vez unas nuevas dimensiones, también basadas en el diámetro interior de las tuberías.

Las *fistulae* de mayores dimensiones se debían utilizar casi exclusivamente en los sifones de los acueductos, reservando las de mediano y pequeño tamaño para la distribución urbana. Dentro de las ciudades establecer el calibre de las *fistulae* era una cuestión importante, desde el punto de vista técnico y sobre todo económico, ya que el agua se repartía por la ciudad y se pagaba en función del diámetro de las tuberías, con independencia de la cantidad de líquido que proporcionasen.

La fabricación de estas *fistulae* se hacía a partir del plomo previamente preparado y convertido en lingotes, siendo los *plumbarii*, los fontaneros de aquel momento, quienes llevaban a cabo su elaboración. Éstos preparaban una cama de arena para fundir las planchas de metal en forma rectangular; el lado más largo tenía la longitud que se le quería dar al tramo de tubería. El ancho quedaba fijado por el diámetro que se quería obtener, y el espesor se elegía en función de la presión a que iba a estar sometida la tubería y a su diámetro (VV. AA., 2002: 103-104). Una vez que los fontaneros romanos habían preparado un lecho o cama de arena con las medidas oportunas de ancho y largo, se colocaba enrasada con esta superficie una o varias cartelas que llevaban las inscripciones que se quisieran poner en la superficie exterior de la tubería. Cuando la plancha de metal estaba fundida y enfriada, se procedía a doblarla sobre un mandril, o cilindro de madera u otro tipo de material del diámetro buscado hasta conseguir una *fistula* de sección más o menos circular o más bien oblonga. Una vez doblada sólo quedaba proceder a la soldadura de las juntas, que a veces se hacía simplemente mediante un martillado, aunque lo más frecuente era aproximar los dos filos y soldar con plomo fundido (de ahí el aspecto piriforme de las tuberías), o bien, como hemos constatado en numerosos casos de Mérida, colocar uno de los extremos a modo de pestaña

**LÁMINA 1***Fistula de Mérida. Detalle de soldadura.*

sobre el otro (Lám. 1)¹. El acoplamiento entre los diferentes tubos se hacía por medio de una especie de manguitos cortos que se soldaban por ambos extremos garantizando la hermeticidad y resistencia de los mismos.

Como se ha indicado anteriormente, algunas de estas tuberías llevaban grabadas inscripciones en superficie, sobre todo aquellas de mayor tamaño. Podían portar diversos nombres, como el del emperador o la propia ciudad, el nombre del personaje al que iba destinado el monumento donde aparecía, el nombre del fabricante, el taller, etc. (Lám. 2). Para que el

interior del tubo quedara siempre bien liso y no se redujeran los calibres, la marca se hacía en relieve, añadiendo por fuera las letras (Malissard, 1996: 205).

En Mérida debió existir una importante industria local de fundición de plomo, puesto que, aparte de su empleo dentro de la ingeniería hidráulica, el plomo es un material documentado frecuentemente en la construcción para la sujeción de piezas (grapas, ensamblaje de tambores de columnas...), en la escultura como material de relleno y para garantizar contrapesos, en el mundo funerario (urnas y sarcófagos), y en otros ámbitos como la pesca y la navegación, entre otros (véanse los usos del plomo en *Augusta Emerita* en Cano Ortiz, 2003). Una capital provincial del rango de *Augusta Emerita* demandaría cantidades nada desdeñables de estos plomos, de ahí la necesaria existencia de los talleres manufactureros.

No obstante, resulta muy difícil encontrar evidencias a nivel arqueológico de la existencia de los talleres donde se fabricarían estos objetos de plomo. En *Augusta Emerita*, a partir de las inscripciones de sus conducciones sabemos que debieron existir varias industrias de fundición y elaboración de plomos (Saquete Chamizo, e.p). Lo que no es posible deducir por el momento, es si habría una especialización dentro de este tipo de talleres. Cabe la posibilidad de que no hubiese una especialización en función de los metales trabajados, es decir, que un mismo taller se

**LÁMINA 2***Fistula de Mérida con inscripción.*

1 Las figuras número 1 y 2 corresponden a dos *fistulae* depositadas en los almacenes del Consorcio de la Ciudad Monumental Histórico-Artística y Arqueológica de Mérida.

dedicara a trabajar indistintamente el plomo y el bronce por ejemplo. Todo depende, lógicamente, de la demanda que existiera en la propia ciudad de este tipo de objetos de plomo, algo que no es posible saber por el momento. Para el caso de las tuberías está claro que los *plumbarii* debían no sólo fabricar sino también reparar y mantener el sistema hidráulico. Parece probable que los talleres metalúrgicos, tanto si los hubo exclusivos del plomo, como si trabajaron otros metales, realizarían todo tipo de objetos: tuberías, sarcófagos, urnas, ponderales, recipientes diversos, apliques, grapas, etc. De cualquier modo, lo que resulta más que probable es que esos talleres de metales se situarían en las afueras de la ciudad para evitar humos molestos para la población.

También nos encontramos con un problema similar en cuanto a la obtención de la materia prima, ya que tampoco es posible conocer por el momento su procedencia sin realizar análisis metalográficos tanto de las piezas como de las propias minas. Desde luego, está claro que estos talleres no tendrían problema de abastecimiento, ya que la región extremeña era especialmente rica en plomo, documentándose minas en diversos puntos de la región, algunas de ellas muy cercanas al perímetro urbano de *Augusta Emerita* (Domergue, 1987).

EL USO DEL PLOMO EN LA INGENIERÍA HIDRÁULICA ROMANA

En las ciudades romanas la utilización del agua constituía un ciclo que comprendía tres grandes etapas: el abastecimiento, la distribución por el interior de la ciudad y la evacuación o drenaje. A estas etapas habría que añadir también la de consumo y utilización efectiva del agua. A lo largo del tratamiento que se hace del líquido en todas estas fases se comprueba la presencia del plomo en las principales piezas de fontanería y conducción de agua, tal como veremos en las páginas siguientes para el caso de los sistemas hidráulicos de *Augusta Emerita*. Sin embargo debemos tener en cuenta que el plomo, debido a su facilidad de refundición y reaprovechamiento, ha estado sometido al expolio ya desde la misma antigüedad, por lo que los objetos de plomo encontrados en los yacimientos arqueológicos en el presente constituyen una mínima parte de los que debieron existir en las ciudades en

época romana, de ahí el conocimiento parcial que aún tenemos de estas piezas y de los sistemas de conducción del agua.

El abastecimiento

La captación

Los medios para hacer una captación de aguas, en época romana, son varios, pero el más fácil y común era a partir de manantiales naturales. En muchas ocasiones, si no se disponía de manantiales directos, se recurría a la derivación de ríos y arroyos, dando lugar a su almacenamiento en embalses mediante la construcción de presas. El uso del plomo en estas construcciones se puede comprobar, por ejemplo en la presa de Proserpina, de donde partía uno de los tres acueductos que surtían de agua a *Augusta Emerita*. En la década de los noventa, la Confederación Hidrográfica del Guadiana llevó a cabo obras de rehabilitación y recuperación de esta presa, en el transcurso de las cuales se dejó al descubierto una estructura muraria inferior a la conocida hasta el momento (Martín, Aranda y Sánchez, 2001: 119-127). En este tramo de paramento inferior de aguas arriba, en su parte más baja, se hallaron dos tomas consideradas romanas a partir de los análisis realizados. Estas tomas están formadas por dos tubos de plomo circulares de 22 cm. de diámetro (equivalentes a una *fistula centenaria* si seguimos las medidas proporcionadas por Frontino) que están conectados con el bocín o torre de toma central (Lám. 3). Además, muy próximo a ambos tubos se encontró un tapón troncocónico de madera con asa de plomo, también de época romana, que encajaba perfectamente en los tubos, habiendo cumplido la función de obturador de uno de ellos.

La conducción

La presencia del plomo se hizo también destacada en las conducciones que transportaban el agua desde los lugares de captación hasta la ciudad. En época romana esta canalización se podía hacer básicamente mediante dos sistemas: el de circulación libre por canal (con fábricas de mampostería impermeabilizada) y el de circulación bajo presión, es decir, mediante sifones, donde se empleaban principalmente tuberías cerámicas y plúmbeas. Aunque es cierto



LÁMINA 3

*Tomas de plomo en la presa de Proserpina
(Arenillas Parra, 2002: 135).*

que existió un uso mayoritario de la primera opción (conducción mediante canales de fábrica que seguían una pendiente constante), en algunas ocasiones, la dificultad del trazado del terreno por donde discurría el acueducto obligaba a la construcción de sifones, si bien es cierto que éstos se harían únicamente en casos de extrema necesidad (Adam, 1996: 268-269). El sifón se apoya en el principio de los vasos comunicantes, y supone un cambio de régimen en la presión del agua. Este sistema consiste en hacer bajar el agua hasta el fondo de un desnivel orográfico (como puede ser el valle de un río) para que lo atravesase y luego, ya una vez rebasado el declive, recobre por sí misma su nivel inicial. Para esto son necesarios dos arquetas o depósitos, una de entrada, que era la más importante y de mayores dimensiones, y una segunda de salida, generalmente más pequeña, que devolvía las aguas del acueducto a un régimen de canal sin presión.

Lo que nos interesa en relación a estos sifones es que en ellos se emplearon muy a menudo tuberías de plomo, a pesar de que el material utilizado en sus tuberías llegó a ser muy diverso. Rara vez se emplearon troncos de madera ahuecados, por su escasa duración, o las conducciones constituidas por bloques perforados de piedra (atestiguado en el sifón de *Gades*, por ejemplo). Pero los más recurrentes fueron los encañados cerámicos (como en el sifón de *Sexi* y en el de Alcanadre, que abastecía de agua a *Calagurris*) y los de plomo (Fernández Casado, 1983: 509-521).

Hemos hablado ya de las ventajas de las tuberías de plomo cuando se trata de soportar fuertes presiones. Estas tuberías iban instaladas con frecuencia en el interior de galerías visitables para poder ser revisadas y reparadas cuando fuera necesario y con el cordón de soldadura (que solía ser el punto débil de la obra) dispuesto a la vista para poder inspeccionarlas y repararlas más fácilmente.

Es cierto que las tuberías de plomo podían llegar a soportar fuertes presiones con un grosor adecuado, sin embargo, serían necesarias abundantes cantidades de metal, no sólo por la longitud que solían recorrer, sino por el grosor que debían tener. El plomo, ciertamente, no es uno de los materiales más caros, además de ser uno de los más abundantes en muchos de los territorios dominados por Roma, pero la demanda de este material, exigida por un sifón, debía ser muy grande. Los sifones de los acueductos de Lyon, por ejemplo, eran 8 en total, y se estima que la cantidad de plomo requerida para su realización se situó entre 12.000 y 15.000 toneladas (Adam, 1996: 315). Este hecho encarecería el coste de la conducción, no sólo por el valor de la materia prima en función de la gran cantidad, sino por la dificultad para transportar las tuberías debido a su gran peso. A todo esto hay que añadir la disponibilidad de personal cualificado y especializado en la fabricación, colocación y soldadura de un sistema de tuberías, que, lógicamente, no podía tolerar ningún defecto. Por todo esto los romanos evitaron en lo posible la construcción de este tipo de obras, salvo en casos donde no podían elegir otra opción mejor.

No precisaron de sifones las conducciones hidráulicas que abastecían a *Augusta Emerita*, pero en la Península Ibérica contamos con algunos ejemplos donde sí fue necesaria su instalación. Así, por ejemplo, se utilizó un sifón con tuberías de plomo que cruzaba el Ebro para abastecer de agua a *Caesarangusta*. (Vázquez y González, 1988: 35-66). Las flstulae del sifón de esta ciudad tenían una sección casi circular, con soldadura a cordón y diámetro interior de unos 38 cm., muy superior a las medidas de los sifones de Lyon, de sólo 27 cm. de diámetro; en cuanto a su longitud, cada tubo tenía unas dimensiones aproximadas de diez pies romanos, que es el mínimo que recomienda Vitruvio en su tratado. Otro ejemplo peninsular con tuberías de plomo es

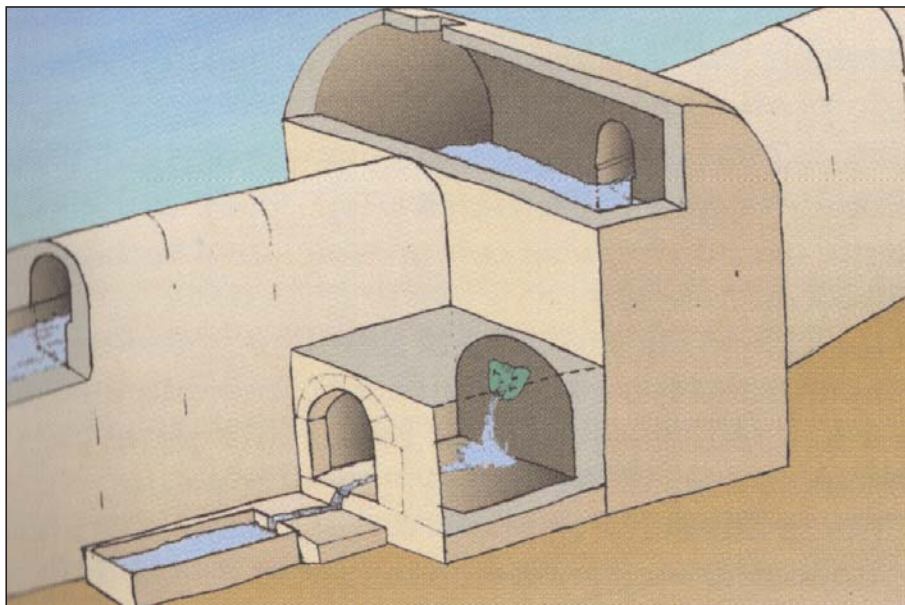


LÁMINA 4

Reconstrucción ideal de la piscina limaria y la fuente (Feijoo Martínez, 2002: 19).

Segobriga, importante enclave industrial en época romana. Su sifón de plomo tenía unos 10 cm. de diámetro y conducía las aguas hasta el *castellum*, situado en la parte más elevada de la ciudad (Almagro, 1976: 875-902).

Por otra parte, era frecuente en las conducciones de agua por canal colocar en el tramo final (y en ocasiones en otros puntos intermedios), una piscina limaria o depósito de decantación que servía para eliminar las partículas que el agua arrastraba previo a la llegada de la conducción a la ciudad. Una piscina limaria se conserva en Mérida en la traída de aguas desde la presa de Proserpina, pero en este caso conectada con un pequeño espacio que, en opinión de Feijoo Martínez (2000: 19), debe corresponder con una fuente que se abastecía directamente del canal en este punto. Piscina limaria y fuente actualmente están comunicadas por una brecha que debe responder seguramente al robo de la tubería (posiblemente de plomo) y del caño de bronce que la surtía (Lám. 4).

El almacenamiento

La llegada del agua al núcleo urbano, a través de los acueductos, culminaba en un depósito denominado *castellum aquae* o *castellum divisorium*, a partir del cual se realizaba la distribución del agua por toda la ciudad.

Lamentablemente en Mérida no tenemos datos seguros sobre los *castella* correspondientes a las tres conducciones que surtían de agua a la ciudad. Los restos situados en el cerro del Calvario, tradicionalmente considerados como el *castellum aquae* donde se distribuía el agua del acueducto de "Los Milagros" procedente de la presa de Proserpina, han sido identificados más recientemente como una fuente monumental o ninfeo que estaba dispuesta de cara al *cardo maximus*, y detrás de la cual se han documentado unas piscinas que posiblemente sí formen parte de lo que fue el *castellum aquae* (Barrientos Vera, 1997: 27-54) y desde donde se distribuiría el agua a toda la zona noroeste de la ciudad. Este tipo de fuentes públicas, alimentadas por acueductos y con una doble función de ninfeo y *castellum*, colocado éste tras la pantalla de la fuente, es conocido también en Roma y en otras ciudades norteafricanas (Barrientos Vera, 1997: 40).

Lo cierto es que no disponemos de demasiadas evidencias materiales sobre los *castella aquae* en otras partes del Imperio. Los datos más completos son los que nos ofrece la ciudad de Pompeya, a partir de los restos encontrados, así como las recomendaciones teóricas de Vitruvio. Las formas de los *castella* serían muy diversas pero todas tienen en común una entrada de agua única, procedente del acueducto, y múltiples orificios de salida, en cada uno de los cuales iba

empotrada una tubería de plomo que distribuía el agua a una zona concreta de la ciudad. Es en el *castellum* de Pompeya donde mejor podemos ver un ejemplo de este tipo de construcciones y de la presencia del plomo en ellas. Se trata de un habitáculo que acoge un depósito o estanque de decantación circular. Fijadas al suelo y a las paredes del depósito se anclaban unas rejillas metálicas para filtrar el agua; la primera de ellas tenía a cada lado una plataforma de servicio, seguida de una segunda reja más fina que atravesaba el estanque por la mitad. A su salida, el agua era retenida por una hoja de plomo de unos 25 cm. de altura, que había de rebosar para llegar a tres conductos empalmados al muro de la fachada por tres tubos también de plomo (dos de 25 cm. de diámetro y uno de 30 cm.). En el caso del *castellum* de Nîmes, se repartía un volumen de agua mucho mayor a través de diez canalizaciones de 40 cm. de diámetro (Adam, 1996: 273-274).

Desde el *castellum divisorium* las tuberías discurrirían bajo el suelo a no demasiada profundidad y se encaminarían hacia los diversos sectores de la ciudad, subdividiéndose la red mediante la progresiva bifurcación de las fistulae. Pero existen, además, depósitos o *castella* secundarios en algunas ciudades romanas, los llamados *castella dividicula*. Recordemos que a partir del 11 a C. se establece una ley por la cual las concesiones de agua a los particulares, que anteriormente se hacían interceptando las grandes tuberías públicas de distribución a su paso cercano por las viviendas, se debía hacer a partir de una serie de depósitos secundarios, donde se podía controlar mejor tanto los deterioros como los posibles fraudes (Ventura Villanueva, 1996: 83-84). Por tanto, estos depósitos, que estaban conectados entre sí, servían para hacer llegar el agua a los diferentes consumidores de cada barrio, aunque en el caso concreto de ciudades con una topografía urbana accidentada estos *castella* de segundo orden también ayudaban a romper la presión provocada por el fuerte desnivel.

Hasta el momento no se ha hallado ni identificado ningún *castella* secundario en Mérida, aunque lo cierto es que estos elementos son muy escasos en la Península Ibérica y en todo el Imperio, ya que la mayoría han sido destruidos sistemáticamente a lo largo de la historia para reutilizar el plomo. De hecho, Frontino enumera hasta 247 depósitos de este tipo

para la ciudad de Roma y hoy día apenas se conocen evidencias materiales de ellos. Es nuevamente Pompeya la que nos ofrece muestras más claras sobre su red de *castella* secundarios. Se trata de unos pilares de ladrillo o sillarejos de planta cuadrada, con altura variable entre 1 y 7 m., sobre los que va colocado un depósito de plomo cuadrangular abierto en su parte superior, el *castellum plumbeum*. Este depósito se abastecía a partir de una tubería que ascendía hasta lo alto del contenedor para verter en él las aguas, procedente de una derivación desde una *fistula* pública principal. A su vez, de la parte baja del depósito arrancaban las diferentes tuberías de abastecimiento que partían hacia las fuentes o *domus*, de calibre mucho menor que la que surtía al *castellum* (Ventura Villanueva, 1996: 83-84; Adam, 1996: 278-279). Un ejemplo más cercano de depósito de plomo, encontrado en Córdoba y seguramente perteneciente a un *castellum* de segundo orden, es descrito por Ventura Villanueva (1996: 86-89 y 93-94). Se trata de un recipiente paralelepípedo de plomo de 64 x 41 cm. en la base y 29 cm. de altura, abierto en la parte superior, y con paredes de 4 mm. de grosor. Se elaboró a partir de una plancha de plomo, cruciforme, levantando las paredes y soldando las cuatro aristas verticales resultantes, y llevaba decoraciones en sus cuatro caras frontales, que aparecían impresas en el molde con el que se hizo la plancha. Tenía varias salidas de agua repartidas entre sus cuatro caras a las que habrían ido empotradas tuberías de distribución.

LA DISTRIBUCIÓN URBANA

Desde los *castella*, tanto los principales como los secundarios, se inicia la distribución de agua a toda la ciudad, a través de tuberías subterráneas de cerámica o de plomo, siendo éste, tal vez, el uso del plomo más conocido de época romana. Explica Vitruvio que del *castellum aquae* deben surgir tres tuberías que condujeran el agua a tres destinos principales: las termas o baños públicos, las fuentes públicas y las *domus* o casas privadas. En contra de la opinión de algunos investigadores, pensamos que la distribución propuesta por el tratadista romano parece responder a un esquema más teórico que real. Es cierto que del *castellum* de Pompeya arrancan tres conducciones, lo cual coincide con las recomendaciones de Vitruvio,

pero también hemos visto que en el *castellum* de Nîmes el agua se repartía a través de diez canalizaciones. No somos partidarios de pensar que a lo largo de toda una ciudad la distribución de agua se realizase de modo independiente para categoría de consumidores, tal como indica Vitruvio; es más lógico pensar que las tuberías principales saldrían de los *castella* para dirigirse a los diferentes barrios de la ciudad, surtiendo cada una de ellas a todos los consumidores de cada sector (ya sean casas, baños o fuentes). Por otro lado, tampoco serían los destinatarios apuntados por Vitruvio las únicas categorías de consumidores existentes en la ciudad, puesto que se conocen datos de conducciones que abastecían a los pisos bajos de algunas *insulae*, lo mismo que otras canalizaciones que surtían de agua a las industrias, como las tenerías, tintorerías, lavaderos, factorías de salazón, etc.

Sería muy interesante realizar un estudio topográfico de la red urbana de distribución de agua, profundizando así en el conocimiento de la realidad urbanística de *Augusta Emerita*, pero por desgracia son muy pocos los elementos catalogados relativos a la distribución canalizada del agua en el interior de la ciudad. En comparación al volumen original de tuberías y elementos de fontanería que debieron existir, los restos conservados son exiguos y en muchas ocasiones están fuera de contexto. El saqueo y reaprovechamiento del metal (ya desde época antigua) han hecho que se hayan perdido a lo largo de los siglos. Repasaremos a continuación los principales hallazgos de *fistulae* producidos en el solar emeritense, distinguiendo aquellas tuberías destinadas a la distribución del agua en ámbitos públicos, de aquellas otras que presumiblemente cumplirían una función relacionada con el ámbito privado.

Las *fistulae* en la distribución del agua en ámbitos públicos

Calles

Se han documentado algunos tramos de tuberías discurriendo bajo las vías romanas de Mérida, normalmente siguiendo un sentido paralelo al eje de la vía, al menos en época altoimperial, ya sea a un lado de la calzada o por dentro del espacio peatonal porticado. Curiosamente, el tramo de mayor entidad encontrado *in situ* hasta el momento consiste en una



LÁMINA 5

Tubería en el área de servicio del Anfiteatro.

cañería cerámica, conservada en una extensión de unos 8 metros, la cual se encontró embutida en una pequeña zanja longitudinal que marchaba en paralelo a una de las vías de la ciudad, fechándose el hallazgo en el siglo I d.C. (Estévez, 2000: 94-97). En cuanto a los tubos de plomo, se encontró un fragmento de tubería (de sección oval, hecho de plancha doblada y soldada a un lado) junto al pórtico de una calle romana bajo la actual calle Suárez Somonte (Álvarez Sáenz de Buruaga, 1974: 186-187), y también otra tubería en la vía del área de servicio del Anfiteatro, colocada a un lado de la vía, detrás de las zapatas de cimentación de un pórtico público (Alba Calzado, 2001: 66-67) y que puede ser vista *in situ* en la actualidad (Lám. 5). Pero no todos los restos encontrados están dispuestos siguiendo el trazado de las *margines* de las vías. A este respecto es interesante comentar la presencia en la vía de circunvalación del graderío del Teatro, de dos cañerías de plomo superpuestas y protegidas por una canalización de piezas de mármol reutilizado, cuyo trayecto corta en diagonal a la pavimentación de la vía, evidenciando en este caso concreto una cronología bajoimperial (Alba Calzado, 2001: 66-67). La mayoría de estos tubos de plomos suelen portar impreso epígrafes que evidencian el carácter oficial de la obra. Además, no son éstos los únicos tramos de tuberías encontrados en Mérida, puesto que también existen otros fragmentos de *fistulae* depositados en el Museo Nacional de Arte Romano, aunque en la mayoría de los casos se desconoce su procedencia original.

En cuanto a la cronología de los *tubuli* y de las *fistulae*, Alba Calzado plantea la hipótesis de que los conductos de cerámica, más frágiles, fuesen progresivamente sustituidos por las tuberías de plomo conforme se produjesen averías en la red de distribución del agua, dadas las evidentes cualidades del plomo para la conducción hidráulica (Alba Calzado, 2001: 67), aunque se trata ésta de una cuestión que por el momento no se ha podido confirmar a nivel arqueológico. Para este autor, además, la desaparición de la red de aguas tendría lugar en el siglo V y en época visigoda, motivada tal vez por el corte del suministro de agua de los acueductos, dentro de un contexto de ocupación donde los sucesivos asedios a la ciudad provocarían la interrupción y bloqueo del sistema de abastecimiento para forzar así la rendición de *Augusta Emerita* (Alba Calzado, 2001: 69 y 76). Ello motivaría el desmantelamiento de la red de tuberías y el aprovechamiento del plomo para otros fines ya en esa misma época, lo cual puede explicar la escasez de restos significativos que se han conservado hasta nuestros días.

Por otra parte, debemos tener en cuenta que no eran las tuberías los únicos elementos asociados a la conducción de agua urbana, existiendo también otras piezas en las que se utilizaba el plomo en su elaboración. Recordemos, por ejemplo, la presencia de *castella* secundarios en el interior de las ciudades, que permitían suministrar el agua a los diferentes consumidores. Asociado a estos depósitos de distribución nos habla Frontino de la existencia de unos tubos de bronce calibrados, que él denomina *calix* y que cumplirían una función semejante a la de nuestros contadores de agua, evitando el extendido fraude consistente en agrandar el diámetro de las tuberías de plomo para obtener mayor cantidad de agua. A este respecto, Vázquez y González (1988: 45-46) se refieren a la conservación de dos únicos cálices en Hispania, ambos de plomo (Lám. 6), pero Ventura Villanueva (1996: 94) no los considera como tales, sino como simples tuberías o *fistulae* que arrancan de fragmentos de paredes pertenecientes a depósitos distribuidores secundarios. En opinión de este último autor, el *calix* o contador debe ser de bronce, tal como relata Frontino, puesto que es un metal más difícil de alterar por los usuarios que el plomo, y actuaría a modo de precinto en el punto de enganche de la tubería de plomo al *castellum* secundario.

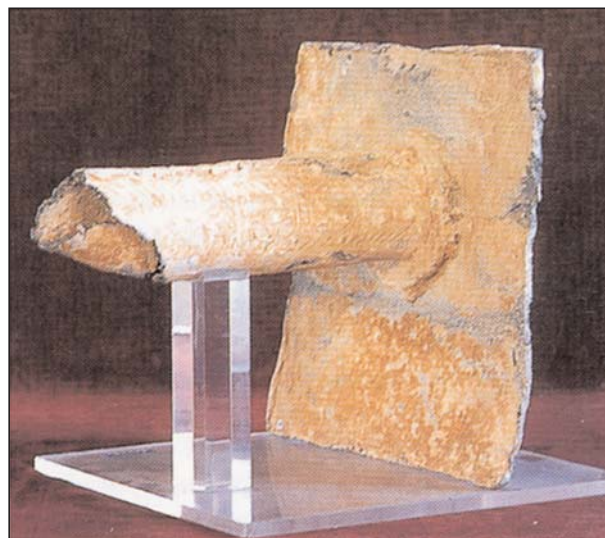


LÁMINA 6

Supuesto calix romano perteneciente a la colección Ròmul Gavarró (VV. AA., 2002: 105).

En ocasiones también se hacía necesario hacer una bifurcación de las tuberías, es decir, pasar de una a dos o más conducciones en un mismo tramo, para lo cual se disponían elementos que facilitasen esta ramificación. En el poblado republicano de Valderrepisa (Ciudad Real), se han encontrado restos de las conducciones de agua y uno de estos elementos de bifurcación, consistente en una arqueta hecha en plomo que hace pasar la conducción de una tubería a dos (García y Fernández, 1995: 27).

Fuentes

En las ciudades romanas las fuentes públicas recibirían una importante cantidad de agua de la red urbana, siendo abastecidas fundamentalmente por las *fistulae*, como demuestran los ejemplares de Ostia, Pompeya o Herculano (Adam, 1996: 279-283). Sin embargo son pocos y muy dudosos los restos de *lacus* hallados en *Augusta Emerita*. Eludiendo ahora el enumerar los casos existentes, en los que no se ha encontrado hasta el momento ningún fragmento de tuberías de plomo, sí nos gustaría referirnos a los restos de una fuente romana colocada a un lado del *decumanus minor* en las excavaciones practicadas en el interior de la alcazaba musulmana. De dicha fuente se conservan dos gruesos muros de hormigón realizados mediante encofrado. Calle arriba se puede apreciar una estrecha y larga zanga que rompió el enlosado pétreo de la vía

para robar, con toda seguridad, la cañería de plomo que nutría a la fuente (Alba Calzado, 2001: 68-69).

Espacios y edificios públicos

El plomo también se relaciona con lo que podríamos denominar la función "lúdica" del agua, y más concretamente en los edificios de espectáculos romanos. Así, en el circo de Mérida apareció un fragmento de tubería de plomo de 68 cm de longitud y 6 cm de diámetro. Esta última medida la aproximaría al tipo de *fistula duodenaria*, según las dimensiones recogidas por Frontino. Aunque esta tubería se encontró en contextos revueltos, presumiblemente se asocia a un orificio de entrada de agua descubierto en la zona central de la *spina* hacia el agua del *euripus* occidental. A partir de estas evidencias el equipo encargado de la excavación ha deducido el modo en que se abastecería de agua a los dos *euripi* o estanques que formaban la barrera central en la última fase del edificio: unas tuberías de plomo conducían al agua mediante un pequeño sifón hasta los extremos de los *euripi* en el centro de la barrera, atravesando con una pequeña trinchera la pista izquierda de la arena del circo (Montalvo, Gijón y Sánchez-Palencia, 1997: 249-251). El desagüe en cambio se aseguraría mediante dos canales documentados, uno en el ángulo noroeste del *euripus* occidental y otro en el ángulo sureste del oriental.

Las *fistulae* en la distribución del agua en ámbitos privados

Viviendas

Son varios los medios con los que contaban las *domus* emeritenses para abastecerse de agua y almacenarla, como los pozos, estanques, impluvios y cisternas. Pero también existen indicios de que algunas *domus* se hallaban conectadas al servicio público de distribución de agua. Así, por ejemplo, la denominada "Casa de los Mármoles" cuenta en el siglo IV con una fuente con cañería de plomo (Lám. 7) instalada en el centro de una habitación absidiada ubicada en el patio y que, a falta de otros medios conocidos en la casa durante esta fase constructiva para abastecer de agua a la fuente, se plantea la posibilidad de que ésta se nutriese directamente de la red de distribución de agua urbana (Alba Calzado, 2001: 65). También se



LÁMINA 7

Asiento de una fuente con tubería de plomo. "Casa de los Mármoles" (Mérida).

documentó un tramo de tubería (con sección oval, sellado superior y un empalme de unión) que discurría bajo un *decumanus minor* en paralelo a la fachada de esta misma casa y en dirección al *frigidarium* de las termas privadas que invaden la vía, lo cual permite pensar que, ante la ausencia de una fuente pública en este lugar que pudiese ser abastecida por esta tubería, tal vez su destino fuese el surtir a estas termas y a una cocina colindante, unas dependencias que habían sido trasladadas de lugar para facilitar su conexión con la cloaca que discurría bajo el mencionado *decumanus* (Alba Calzado, 2001: 65).

Éstos y otros ejemplos de *domus* en el área de Morería nos colocan ante una situación de venta del agua municipal a los propietarios de grandes viviendas, aunque, como pudo comprobar Frontino durante su experiencia como responsable del servicio de aguas en Roma, no faltaban casos de apropiación indebida en los que se desviaba el agua de los conductos públicos en provecho de los particulares (se puede ver un panorama general sobre las concesiones de aguas públicas en Roma y los fraudes cometidos en Malissard, 1996: 281-290). Evidentemente, a través de la conexión con la red pública de suministro, los grandes propietarios conseguían disponer de un caudal de agua regular para sus lujosas mansiones (dotadas de baños, fuentes, estanques, jardines...), y todo ello dentro del contexto de una cultura latina del agua donde el control del líquido elemento se convierte en un símbolo de riqueza y prestigio. Por el

contrario, otros sectores de la población menos pudientes a penas contarían con un suministro mínimo de agua, tomándola de las fuentes públicas.

Instalaciones industriales y comerciales

Es previsible que las cañerías también surtiesen a determinadas instalaciones industriales (especialmente las de curtido y los batanes o *fullonicae*, que necesitan contar con grandes cantidades de agua) y también a locales comerciales, pero hasta el momento no se han encontrado en Mérida pruebas sólidas que lo confirmen. Respecto a los locales comerciales, expone Alba Calzado que han aparecido dos tuberías de plomo embutidas en el interior de muros de mampostería, una en el pórtico de acceso al Teatro (Mateos y Márquez, 1999) y otra en la fachada de la "Casa de los Mármoles", ambas relacionadas a *tabernae*, aunque sin pruebas definitivas de que sean sincrónicas a estos locales, ya que en ambos casos las tuberías podrían ser de cronología más antigua (Alba Calzado, 2001: 67).

LA EVALUACIÓN

La circulación del agua en las ciudades romanas termina su recorrido a través de la red de alcantarillado, existiendo también en el sistema de evacuación ejemplos de piezas plúmbeas. *Augusta Emerita* disponía de una red de cloacas que corría bajo las calles y que recogía el agua -sobrante o sucia- procedente de las propias calles, de las fuentes, de las viviendas y de los espacios y edificios públicos, hasta que, por último, mediante un sistema de pendientes, la mayoría de estas cloacas vertía el agua en el río Guadiana. Los sumideros o desagües hallados en las *domus* y vías emeritenses son normalmente de piedra, más concretamente de mármol, pero conocemos en otras ciudades hispanas que también existían rejillas de desagües fabricadas en plomo, como es el caso de una rejilla encontrada en una *domus* cordobesa (Ventura Villanueva, 1996: 93). En *Carthago Nova* la conexión entre las viviendas y las canalizaciones de desagüe se realiza en ocasiones mediante una serie de ánforas embutidas unas en otras, en cuya parte superior se constata el uso de rejillas de plomo, circulares o rectangulares, con varias perforaciones en su parte central para permitir el paso del agua (Egea Vivancos, 2002b: 26).

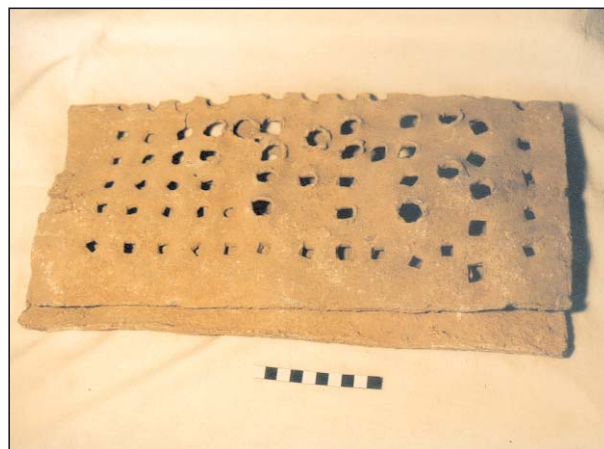


LÁMINA 8

Reja de plomo. Museo Nacional de Arte Romano de Mérida.

Una placa similar pero de mayor tamaño a las encontradas en Cartagena y Córdoba se halla depositada en los fondos del Museo Nacional de Arte Romano de Mérida (sin inventariar). Tiene forma rectangular y, aunque está doblada a la mitad, calculamos sus medidas aproximadas totales en torno a los 40 x 54 cm. A pesar de su tamaño notablemente mayor en comparación a los ejemplares antes mencionados, el hecho de que esté perforada por un gran número de orificios nos lleva a pensar que funcionase también como reja de desagüe, tal vez colocada en un sumidero de la vía pública, aunque tampoco podemos desechar la idea de que se tratara de una reja de decantación de agua (Lám. 8).

Los sumideros conectaban con unas canalizaciones que vertían el agua directamente a las cloacas. Las conducciones documentadas en Mérida son de muy distintos tipos, variando en función de la cronología y del carácter público o privado de la obra: hormigón encofrado, *opus incertum*, ladrillo, con cubiertas de piedra, de materiales reaprovechados, de ladrillo, etc, pero hasta el momento no se ha encontrado canalizaciones de plomo que viertan directamente a la cloaca. Esta circunstancia a llevado a Alba Calzado (2001: 68) a distinguir los conductos relacionados con las calles emeritenses entre aquellos destinados a transportar el agua limpia (caños cerámicos o de plomo), y aquellos otros que cumplen la función de conducir directamente a las cloacas el agua sobrante o sucia (las canalizaciones de fábrica heterogénea que acabamos de mencionar). De opinión similar es Egea

Vivancos (2002a: 176) cuando afirma que en *Carthago Nova* las *fistulae* estaban dedicadas exclusivamente a la provisión de agua corriente, mientras que para este mismo uso existiría una menor aplicación de las tuberías construidas en cerámica, relacionadas principalmente con el transporte de agua al ámbito industrial.

Sin embargo, este tipo de divisiones nunca puede hacerse de modo tajante, ya que se ha documentado la existencia de tuberías de plomo que vierten el agua sobre las cloacas en otras ciudades lusitanas, como es el caso de Cáparra, donde las recientes excavaciones sobre un importante tramo de la cloaca que evacuaba el agua de las termas públicas de la ciudad han permitido hallar diversas tuberías de plomo que desaguan directamente en la cloaca, sin que por el momento conozcamos cuál es el punto de origen de estas canalizaciones (Lám. 9)². También dentro de *Lusitania* encontramos otro ejemplo de evacuación del agua a través de tuberías plúmbeas en *Mirobriga* (Santiago do Cacém, Alentejo), donde las tuberías aún se encuentran *in situ* en el interior de los *alvei* del *caldarium* y en la piscina del *frigidarium* de las denominadas "Termas Oeste", dirigiendo de este modo el agua hacia el sistema de evacuación de las termas, que terminaba por desalojar el agua a través de una cloaca (Barata, 1998: 92-93). Igualmente se han constatado canalizaciones cerámicas que cumplen la función de evacuación de aguas residuales, como en Pompeya, donde las numerosas letrinas instaladas en plantas superiores eran evacuadas mediante estas grandes cañerías (Adam, 1996: 283-284).

En definitiva, aunque a la luz de las evidencias arqueológicas las tuberías de plomo y de cerámica se emplearon mayoritariamente para transportar el agua potable, también desempeñaron un importante papel en su relación con la red de evacuación de las aguas. Este último uso es particularmente extendido dentro de los sistemas de desagües de las termas y baños, como acabamos de ver, pero también en las instalaciones de carácter industrial como mecanismo para evacuar el agua de las cisternas y cubetas, trasladar los líquidos de un depósito a otro, etc., de lo cual tenemos buenas muestras repartidas por toda Hispania, ya sea con cañerías de plomo o de cerámica. En

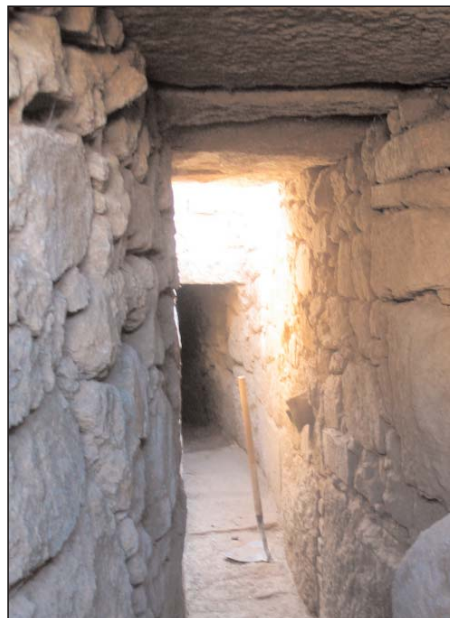


LÁMINA 9

Tubería de desagüe de plomo. Cloacas de Cáparra

Mérida, por ejemplo, la excavación reciente, en la margen izquierda del Guadiana, de un horno de época altoimperial destinado a la fabricación de ladrillos, tegulae y tejas, sacó a la luz un depósito de agua asociado a él, en una de cuyas paredes apareció una tubería de plomo que le serviría de desagüe (Bejarano, 2000: 28).

OTROS USOS HIDRÁULICOS DEL PLOMO

Junto a las aplicaciones hasta aquí referidas existen otros usos del plomo relacionado con la red hidráulica, como los grifos, válvulas y llaves de paso, que normalmente eran de bronce, aunque también son conocidos algunos realizados en plomo.

Relacionado también con el aprovechamiento del agua, el plomo se utilizó para la fabricación de unas cubetas de plomo que actuarían en las casas romanas como fuentes o pilones domésticos, comparables a nuestros lavabos o fregaderos actuales. No era el plomo el único material utilizado en su elaboración, pues también se hacían de piedra o cerámica, pero a la vista de los numerosos ejemplos hallados en

2 Agradecemos la información y la cesión de la fotografía al Dr. Enrique Cerrillo Martín de Cáceres, Director Científico de las excavaciones de Cáparra, financiadas dentro del proyecto Alba Plata de la Junta de Extremadura.

Pompeya es de suponer que serían muy habituales las cubas de plomo. Estos recipientes se colocaban junto a una columna en la que se encastraba una tubería de alimentación con la correspondiente llave de paso. Normalmente poseían una forma cilíndrica e iban decoradas con cenefas diversas. En ellas se practicaban orificios de donde partían *fistulae* que conducían el excedente de agua a otras partes de la casa o del jardín (Ventura Villanueva, 1996: 122-123).

Por otra parte, durante la excavación de la "Casa de los Mármoles"³ en Mérida, se encontró, en un nivel de destrucción fechado en el siglo V, un recipiente cilíndrico de plomo que probablemente perteneciera al *prae-furnium* de las termas de las casa (siglo IV), funcionando como termo o cisterna, de los que existen algunos paralelos en Pompeya. En cualquier caso, su estado de conservación es malo, pues sólo se conserva parte de la tapa superior y un fragmento del cuerpo, presentando un aspecto muy deformado, con numerosas concreciones y dando muestras de haber sido extraído a trozos. La tapa, con un diámetro aproximado de 50 cm., posee una pestaña para adaptarse al cuerpo del recipiente (Lám. 10).

REFLEXIÓN FINAL

Como se ha podido comprobar a lo largo de este trabajo, la relación del plomo con el agua en época romana fue muy habitual. Tal vez su gran resistencia a las corrosiones que provoca el medio acuoso en otros metales lo ha convertido en un material adecuado para formar parte de él. En el ámbito de la ingeniería hidráulica romana lo vemos presente en cada una de las etapas que comprende el ciclo del agua, el que garantiza el abastecimiento a los núcleos urbanos, su distribución, así como su evacuación y vuelta al medio natural. Por otro lado, habría que señalar que los usos comentados en este trabajo serían los más habituales y generalizados, pero no los únicos, ya que el empleo del plomo en este ámbito sería más amplio de lo que aquí se ha expuesto y de lo que en la actualidad se conoce.



LÁMINA 10

Termo o cisterna de plomo. "Casa de los Mármoles" (Mérida).

El plomo fue uno de los metales más abundantes y económicos en la *Hispania* romana. Es de sobra conocido que los romanos aprovechaban y explotaban a pleno rendimiento las materias primas autóctonas, logrando adaptarse perfectamente al medio y a lo que éste le ofrecía. En este sentido no es extraño pensar que muchas piezas o artefactos realizados habitualmente en otros metales, como podría ser el bronce, tuvieran su versión en plomo, sobre todo en aquellas zonas donde este último fuera especialmente abundante. Por tanto, es probable que la muestra de plomos que aquí hemos presentado, vinculados al agua y a la ingeniería hidráulica romana, no sean más que eso, una mera muestra que nos permite confirmar al menos que el plomo tuvo un papel, si no protagonista, sí relevante y, en ocasiones, hasta indispensable, en la hidráulica romana.

En pocos casos se aprecia tan claramente la correspondencia entre las propiedades de un material y sus aplicaciones. El *plumbum nigrum* de los romanos fue elegido por sus cualidades para fines fundamentalmente prácticos, lejos de funciones decorativas o suntuarias para las que su aspecto externo no le hacía adecuado. Sería de extrañar que un material de estas características escapara a un aprovechamiento amplio por parte de una civilización tan eminentemente práctica como la romana.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, J. P. (1996): *La construcción romana. Materiales y técnicas*, León.
- ALBA CALZADO, M. (2001): Apuntes sobre la red de aguas de Mérida en época romana, *Mérida. Ciudad y Patrimonio*, 5, Mérida, p. 59-78.
- ALMAGRO BASCH, M. (1976): El acueducto romano de Segóbriga. Saelices (Cuenca), *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, 79, 875-902.
- ÁLVAREZ SÁENZ DE BURUAGA, J. (1974): Una casa romana, con valiosas pinturas, de Mérida, *Habis*, 5, Sevilla, p. 169-187.
- ARENILLAS PARRA, M. (2002): Obras hidráulicas romanas en Hispania, I *Congreso sobre las obras públicas romanas en Hispania*, Mérida, p. 107-136.
- BARATA, M. F. S. (1998): Miróbriga: sua valorizaçã o e caracterizaçã o, *Anales de Arqueología Cordobesa*, 9, Córdoba, p. 59-129.
- BARRIENTOS VERA, T. (1997): Intervención arqueológica en el solar de la c/ Adriano, 62. El cerro del Calvario, *Mérida excav. arqueol.* 1996, 2, p. 27-54.
- BEJARANO OSORIO, A. (2000): Intervención arqueológica en la nave de Azkar. Un horno de época altoimperial, *Mérida excav. arqueol.* 1999, 5, p. 85-120.
- BELTRÁN, A. (1977): El tubo de plomo del frigidarium de las termas de los Bañales (Uncastillo, Zaragoza), *XVI Congreso Nacional de Arqueología (Vitoria, 1977)*, II, p. 1049-1054.
- BRUNN, C. (1992): *Fistula-Stempel*, *SpNov*, 8, 3-16.
- BURÉS VILASECA, L. (1998): *Les structures hydrauliques a la ciutat antiga: l'exemple d'Empúries*, (*Monografies emporitanes*, 10), Barcelona.
- CANO ORTÍZ, A.I. (2003): *La minería del plomo en Extremadura y sus usos en época romana. Piezas plúmbeas de Augusta Emerita*, Trabajo de investigación inédito, Cáceres.
- COCHET, A. (2000): *Le plomb en Gaule romaine. Techniques de fabrication et produits*. Montreal.
- COCHET, A. y HANSEN, J. (1986): *Conduites et objets de plomb Gallo-Romains de Vienne (Isère)*, París.
- COLONNA, G. (1960): Santa Severa (Roma). *Fistula iscritta da Pyrgi*, *NSc*, 14, p. 363-365.
- DOMERGUE, C. (1987): *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Península Ibérique*, 2 vols, Madrid.
- ECK, W. (1982): *Die Fistulae aquarive*, en *Epigraphie et ordine senatorio*, Roma, p. 197-209.
- EGEA VIVANCOS, A (2002a): Ingeniería hidráulica en *Carthago Nova*: las tuberías de plomo, *Mastia. Revista del Museo Arqueológico Municipal de Cartagena*, N.º 1 (2ª época), Cartagena, 167-178.
- EGEA VIVANCOS, A (2002b): Características principales del sistema de captación, abastecimiento, distribución y evacuación de agua de Carthago Nova, *Empúries*, 53, Barcelona, p. 13-28.
- ESTÉVEZ MORALES, J. A. (2000): Intervención arqueológica en el solar de la c/ Hernando de Bustamante, n.º 7. Espacios de uso público (vía) y privado de época romana, *Mérida excav. arqueol* 1998, 4, p. 83-111.
- FEIJOO MARTÍNEZ, S (2002): Las obras públicas en la evolución de *Augusta Emerita*, I *Congreso sobre las obras públicas romanas en Hispania*, Mérida, p. 11-22.
- FERNÁNDEZ CASADO, C. (1983): *Ingeniería hidráulica romana*, Madrid.
- FRONTINO (S. I.): *De aquaeductu Urbis Romae* (Edición crítica y traducción por Tomás González Rolán, CSIC, Madrid, 1985).
- GARCÍA BUENO, C. y FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, M. (1995): Minería y metalurgia en Sierra Morena. El poblado romano republicano de Valderrepisa, *Revista de Arqueología*, 170, p. 24-31.
- MALISSARD, A. (1996): *Los romanos y el agua. La cultura del agua en la Roma antigua*, Barcelona.
- MARÍN BAÑO, C. y DE MIQUEL SANTED, L. E. (1995): Obras hidráulicas en Carthago Nova, *XXI Congreso Nacional de Arqueología* (Teruel, 1991), III, Zaragoza, p. 1165-1182.
- MARTÍN MORALES, J., ARANDA GUTIÉRREZ, F. y SÁNCHEZ CARCABOSO, J. L. (2001): El sistema hidráulico de la toma profunda de la presa romana de Proserpina (Mérida), *Mérida. Ciudad y Patrimonio*, 5, Mérida, p. 119-127.
- MATEOS CRUZ, P. y MÁRQUEZ PÉREZ, J. (1999): Nuevas estructuras urbanas relacionadas con el Teatro romano de Mérida: El pórtico de acceso, *Mérida excav. arqueol.* 1997, 3, p. 301-320.
- MATEOS CRUZ, P., AYERBE VÉLEZ, R., BARRIENTOS VERA, T., y FEIJOO MARTÍNEZ, S. (2002): La gestión del agua en Augusta Emerita, *Empúries*, 53, Barcelona, 67-88.
- MICHON, E. (1969): s.v. *Fistula*, *DAGR*, 7, Graz, 1146-1149.

MONTALVO, A., GIJÓN, M. E. y SÁNCHEZ-PALENCIA, F. J. (1997): Circo romano de Mérida. Campaña de 1995, *Mérida excan. arqueol* 1994-95, 1, p. 245-258.

PAPARAZZO (1994): Analysis of a Roman lead pipe fistula, *SD*, 74, p. 61-72.

PETRUCCI, A. (1996): Fistulae aquariae di Roma e dell'ager Viennensis, *Labeo*, 42, p. 169-207.

PRIULI, S. (1986): *Le iscrizioni sulle fistulae*, en *Il trionfo dell'acqua*, p. 187-195.

SAQUETE CHAMIZO, J.C. (e.p.): *Fistulae Aquarae* con sellos hallados en Augusta Emerita, *Anas*, 14, Mérida.

VENTURA VILLANUEVA, A. (1996): *El abastecimiento de agua a la Córdoba romana. II. Acueductos, ciclo*

de distribución y urbanismo, Córdoba.

VÁZQUEZ DE LA CUEVA, A. y GONZÁLEZ TASCÓN, I. (1988): El abastecimiento de agua romano a Caesaragusta, *Anas*, 1, Mérida, 35-66.

VITRUVIO, M. L.: *Los Diez Libros de Arquitectura* (Traducción de Agustín Blánquez, Ed. Iberia, Barcelona, 1997).

VV. AA. (1994): *Epigrafia della produzione e della distribuzione, Roma*, (Actas de la VIIe rencontre franco-italienne sur l'epigraphie du monde romain, Rome, 1992).

VV. AA. (1996): *La gestió de l'aigua a les ciutats romanes d'Hispania*, (*Empúries*, 53), Barcelona.

VV. AA. (2002): *Artifex: Ingeniería Romana en España*, Madrid.