

Programa de exposiciones itinerantes
del Centro de Estudios Históricos y Obras Públicas
del CEDEX.

Artifex. Ingeniería romana en España

• Texto: Ángel González Santos



Ignacio González Tascón, ingeniero de caminos y prolífico investigador de la historia de las obras públicas en España, publicó, junto a Isabel Velázquez y con el impulso de la Fundación Juanelo Turriano, el libro *Ingeniería Romana. Historia y técnicas constructivas*. Esta magnífica publicación vio la luz en 2005, un año antes del fallecimiento de su autor, quien, desde el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEOPU) del CEDEX, su Cátedra o la Fundación Juanelo Turriano, puso especial empeño en la divulgación del conocimiento histórico en este campo, transmitiendo y viviendo una vocación que giró en torno al saber y la ilustración.

Las palabras

de Vitrubio, el gran teórico de la arquitectura romana, al inicio del *Libro I* de su conocida obra *De Architectura*, ilustran la introducción de la publicación:

Architecti est scientia pluribus disciplinis et variis erufitionibus ornata

“La ciencia del Arquitecto se halla enriquecida por muchas disciplinas y conocimientos variados; de su juicio reciben la aprobación todas las obras que se llevan a cabo por las demás artes. Su actividad



nace de la práctica y de la teoría. La práctica es el ejercicio continuado y repetido de la experiencia, que se realiza manualmente a partir de la materia, cualquiera que sea su clase, que se necesita para llevar a efecto el diseño que se ha planeado. La teoría es la que permite demostrar y explicar las cosas realizadas conforme a la habilidad técnica y a la concepción teórica...”

Esta reivindicación de Vitrubio está referida al *Artifex*, el *Architectus*. Sin embargo, no es éste el concepto estricto de lo que entendemos hoy por arquitecto, pues está refiriéndose también al ingeniero y al constructor cuya técnica es adquirida a través del conocimiento empírico de su oficio y de sus antecesores, griegos incluidos, junto al aprendizaje de las ciencias y disciplinas relacionadas.

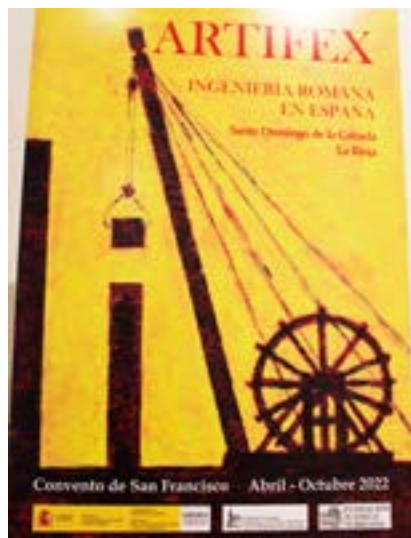
Tras asumir este *desiderátum* de Vitrubio, Ignacio González Tascón reconoce la experiencia previa que le supuso el estudio de la obra pública de Roma en España para desarrollar la exposición *Artifex. Ingeniería Romana en España*, de la que fue comisario y que fue inaugurada en el Museo Arqueológico Nacional de Madrid en 2002, y también principal autor del magnífico catálogo que ilustra los contenidos.

De modo que la suma de estas dos obras puede considerarse como uno de los más completos estudios sobre el mundo romano en Hispania, referidos a la ingeniería civil y las obras públicas en aquella época. Constituye, por tanto, un auténtico testimonio de este rico legado cultural.

La exposición *Artifex* es el resultado de la colaboración conjunta entre el Centro de Estudios Históricos de Obras Públicas y Urbanismo (CEHOPU), del CEDEX, y el Ministerio de Cultura. Fue presentada, con notable acogida de público, a partir

del proyecto científico dirigido por la Fundación Juanelo Turriano, con la comisaría a cargo del entonces catedrático de Estética e Historia de la Ingeniería Civil de la Universidad de Granada.

Desde esa fecha el CEHOPU ha venido manteniendo una versión adaptada de esta exposición, dentro de su programa de itinerancias, tras haber pasado, hasta la fecha, por una veintena de sedes en territorio nacional, con un resultado más que notable. En la actualidad se encuentra expuesta en el Claustro del Convento de San Francisco, en la localidad riojana de Santo Domingo de la Calzada, una ubicación privilegiada en un punto importante del Camino de Santiago. Permanecerá abierta hasta noviembre del presente año 2022.



Cartel de la exposición actual expuesta en el claustro del Convento de San Francisco en Santo Domingo de la Calzada.

Los contenidos de la exposición permiten acercar al público el inmenso legado técnico del mundo romano, mostrando los saberes en los diversos campos de la tecnología, y de manera muy especial, sus aplicaciones en la ingeniería civil.

Calzadas, puentes, puertos, faros, acueductos o presas, obras de las que quedan en España abundantes vestigios y un rico patrimonio, nos hablan, por un lado, del nivel técnico alcanzado por la civilización romana y de su propia herencia cultural, y, por otro, nos revelan todo un entramado de infraestructuras esenciales en la organización, el abastecimiento y la extensión cultural y militar del Imperio romano.

Estructurada por contenidos temáticos, la muestra está integrada por paneles mixtos de texto e imágenes, que incorporan un variado repertorio fotográfico y documental. A ello se une un nutrido grupo de maquetas de la colección de CEHOPU y de objetos ilustrativos de las diferentes técnicas, mecanismos y obras expuestas.

El modo de presentación, a un tiempo riguroso, ameno y didáctico, pretende interesar por igual al técnico y al profano en la materia, considerando que se contemplan aspectos en general poco difundidos del legado romano.

La investigación realizada se plasma en un magnífico catálogo de 450 páginas, cuidadosamente editado, y en un apasionante estudio de las obras de ingeniería realizadas por los ingenieros de Roma en nuestro país, abordando diferentes aspectos: los materiales y la maquinaria de construcción, las obras de abastecimiento urbano (acueductos, presas, etc.), las infraestructuras de comunicaciones (calzadas, puentes, etc.), la tecnología minera y las técnicas industriales.



Vista de la exposición *Artifex* en el Museo Arqueológico de Sevilla en 2005

La estructura del catálogo se diferencia de otros más convencionales. Integra un extenso artículo de Ignacio González Tascón junto a otros firmados por distintos investigadores especializados, profundizando en aspectos más sectoriales:

La ingeniería civil romana / Ignacio González Tascón. *La ciudad antigua, mito y razón* / José Luis Gómez Ordóñez. *La red de la Hispania Romana. Perspectivas actuales tras siglo y medio de investigación* / Gonzalo Arias Bonet. *El acueducto de Albarracín a Cella (Teruel)* / Antonio Almagro Gorbea. *La red hidráulica en las minas romanas de oro del noroeste hispano: Las Médulas* / F. Javier Sánchez-Palencia e Inés Sastre. *Aspectos técnicos y organización del trabajo en la Lex Metalli Vipascensis* / Almudena Orejas Saco del Valle. *Las explotaciones mineras de "Lapis Specularis" en Hispania* / María José Bernárdez Gómez y Juan Carlos Guisado di Montí. *La fundición de bronce a cera perdida* / Marisa y Miguel Ángel Codina. *Factorías romanas de aceite en España* / Francisco Montes Tubío. *Algunas especies*

vegetales de uso industrial en la época romana / Joaquín Fernández Pérez. *Consideraciones sobre la pesca romana en Hispania* / Joaquín Fernández Pérez. *Tintorería en la antigua Roma. Una tecnología al servicio de las artes suntuarias* / Ana Roquero. *Glosario de términos de ingeniería civil, técnica, industria y oficios en latín* / Isabel Velásquez y Antonio Espigares.

Expositivamente, se puede hacer un recorrido por las cinco áreas temáticas en las que, como ha quedado dicho, se divide la exposición. A través de ellas contemplaremos muchas de las grandes obras de la ingeniería romana en Hispania, así como las innovaciones y los avances experimentados en la época en otros campos de la técnica, tales como la minería, la metalurgia o determinadas actividades preindustriales.

El Área I nos introduce directamente en la *Construcción: materiales y maquinaria*, y nos permite recorrer las principales técnicas y materiales empleados por los constructores romanos, deteniéndose en las grandes innovaciones, como el empleo masivo del

hormigón de cal, en la construcción de arcos y bóvedas con ayuda de cimbras provisionales de madera, y en ejemplos de la maquinaria e instrumental utilizados en las obras públicas, desde máquinas sencillas como tornos y cabrestantes; hasta las grandes grúas o cabrias accionadas por ruedas de pisar.

Las maquetas y reproducciones que se incluyen en este apartado adquieren especial relevancia. Pueden así destacarse una grúa accionada con una rueda de pisar, para elevar y mover grandes pesos, como los sillares y dovelas de un puente, o la maqueta del Arco de Cáparra, como ejemplo de bóveda de arista en piedra de difícil ejecución, que requirió todo un conocimiento teórico y práctico de la talla de la piedra. En España se conserva una excepcional bóveda de granito de este tipo, en el arco cuadrifonte de Cáparra (Cáceres), levantado en época de la dinastía Flavia (69-96 d.C), muy por delante de las primeras bóvedas de arista pétreas, datadas a mediados del siglo III d.C.

El Área II trata de la construcción de infraestructuras para el



Vista de la exposición Área II.



Hodómetro.

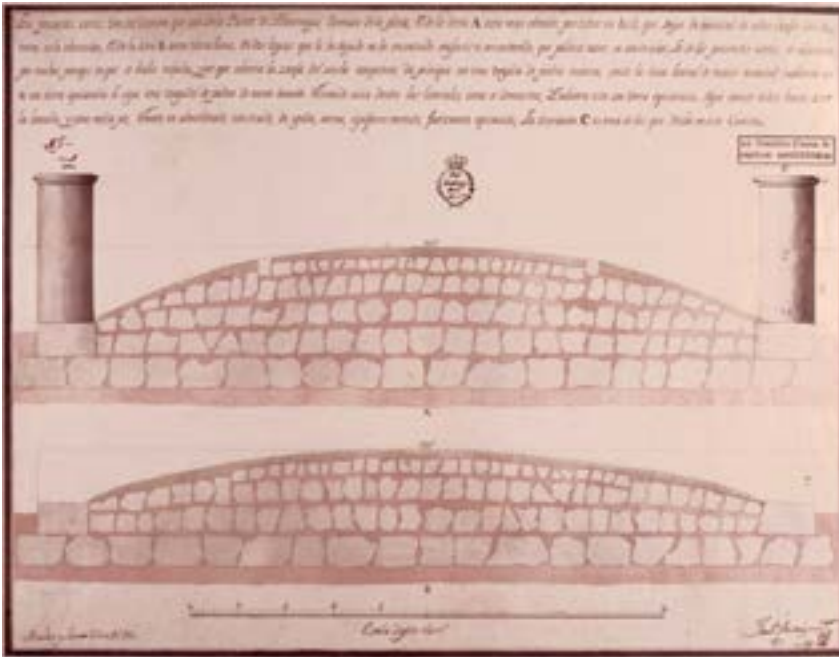
transporte, tanto terrestre como marítimo, infraestructuras que hicieron posible la expansión militar, comercial, administrativa y cultural del Roma, y que aquí se exponen subrayando los aspectos técnicos y constructivos, con especial detenimiento en los puentes, entre los que se muestran como ejemplos los de Mérida y Alcántara.

En relación con las obras marítimas, las costas españolas conservan algunos de los más importantes vestigios portuarios de la Antigüedad, como el muelle de hormigón de Ampurias o la coruñesa Torre de Hércules, reformados durante la Edad Moderna.

Instrumentos de medida de longitudes como el hodómetro, descrito con precisión por Vitrubio en su tratado, es presentado como maqueta interactiva en la exposición.

Unos miliarios o mojones, reproducciones de los miliarios Adriano (XXV y XXVI) conservados en el Museo Arqueológico de Sevilla, se presentan a escala real. Estos elementos incluían datos detallados del itinerario, proporcionando información útil al viajero e incluyendo distancias entre el punto de ubicación y la ciudad de origen, así como otros datos relacionados con el constructor o para pregonar la grandeza de las autoridades que habían ordenado o dirigido aquellas obras públicas. Los más completos señalan el nombre del magistrado que promovió la construcción o reparación de la vía y el número de millas que separaban este hito del origen del camino.

La cimbra empleada para la reconstrucción del Puente Romano de Alcántara, o una representación esquemática de la construcción de la cimentación de la pila de un puente, son maquetas ilustrativas de las obras auxiliares romanas



Sección de una calzada en Mérida. Fernando Rodríguez. 1796. Academia de Bellas Artes de San Fernando.



Maqueta esquemática sobre la cimentación de la pila de un puente.



Cimbra para la reconstrucción del puente romano de Alcántara.

para la construcción de infraestructuras para el transporte.

La cimentación de las pilas de un puente era una de las tareas más delicadas que se presentaban al *architectus* en la época romana. Cuando la obra se levantaba sobre terrenos fangosos o poco consistentes, el sistema empleado pasaba por la construcción de una doble palizada de pilotes de madera, cuyo espacio interior se rellenaba con arcilla, que se apisonaba para impermeabilizar el recinto. Después se extraía el agua del interior de éste utilizando máquinas de achique, como los tornillos de Arquímedes, también representados en la exposición, y finalmente se eliminaban los fangos del fondo, pudiendo construir ya en seco las pilas y los estribos del puente.

En cuanto a las obras marítimas es necesario destacar la maqueta del *Farum Brigantium* o Torre de Hércules, el cual pudo estar originalmente constituido por una estructura de hormigón de tres pisos, comunicados entre sí por una rampa que ascendía entre el núcleo central y un muro perimetral exterior, desaparecido hace siglos y del que sólo se conoce la cimentación. Por esta rampa se transportaba leña hasta la plataforma superior donde ardía la hoguera que avisaba a los barcos. El proceso de construcción de diques y muelles y las grúas portuarias, realizadas a partir de la obra de Vitrubio, se incluyen también en forma de maquetas.

El urbanismo de la ciudad es el contenido del Área III, centrándose en el abastecimiento de agua a las poblaciones, incluidos los sistemas de distribución en la ciudad y las obras de saneamiento urbano.

Los ingenieros romanos desplegaron toda su maestría en la construcción de grandes traídas



Tornillo de Arquímedes.



Faro de *Brigantium*.



Grúas portuarias romanas s/Vitruvio

públicas de agua: los acueductos, que implican el concierto de una gran variedad de obras y soluciones técnicas que se muestran en este apartado: nivelaciones, construcción de azudes y presas, canales cubiertos, con tramos elevados sobre arquerías, sifones, columnarias, depósitos, etc. Obras entre las que se cuentan algunas de las más célebres de la ingeniería romana en España, como la Presa de Proserpina o el Acueducto de Segovia.

Están representados los instrumentos de nivelación, como la

Groma, el Corobate y el Nivel de Tranco, con los que se realizaban las sensibles medidas de nivelación de las obras hidráulicas, y las maquetas de las dos presas más importantes que se conservan en España del mundo romano. La de Proserpina, a 5 km de Mérida para el abastecimiento de esta ciudad, con una peculiar tipología que cuenta con un esbelto muro de cantería, al que se adosa en el paramento de aguas abajo un espaldón de tierras que ayuda a resistir los empujes del agua. La

de Cornalvo, también construida para el abastecimiento a *Emerita Augusta*, es una presa de gravedad, de la tipología de muro y espaldón de tierras adosado, con la singularidad de que el muro de cantería deja paso aquí a una estructura tabicada de hormigón, cuyos espacios huecos se rellenaron con tierras y gravas, sellándose con un revestimiento de sillería en talud de 45 grados en la cara de aguas arriba.

Por la misma consideración de relevancia se destacan las maquetas del Acueducto de Segovia, cuya construcción se data en torno al gobierno de Domiciano (81-96 d.C), el Acueducto de las Ferreras en Tarragona, datado en el siglo II d.C. y el Acueducto de los Milagros, en Mérida, uno de los tres que abastecían de agua a la ciudad.

El Área IV se dedica a la minería y la metalurgia para exponer el panorama de las principales explotaciones de minerales metálicos de la península ibérica, con detenimiento en algunos de los procedimientos empleados en su obtención, como el sistema *ruina montium* aplicado a la minería del oro, así como en la elaboración de los metales, caso de las técnicas de fundición de



Presa de Proserpina. Cáceres.

bronce a la cera perdida, generalizadas en la industria estatuaria y aplicadas en la construcción de instrumentos y máquinas.

Los contenidos se ilustran en esta parte de la exposición con sendos reportajes audiovisuales relativos a la explotación romana de oro de las Médulas (León) y el proceso de fundición en bronce a la cera perdida.

De este último se cuenta con la representación del proceso mediante 11 elementos que lo explican, obtenidos por repetición del procedimiento real para adquirir una muestra de cada fase. Este sistema fue un avance tecnológico que permitía realizar la fabricación en serie de las piezas.

Una réplica actual del *sipho* o bomba de Ctesibio, conservada en

el Museo Arqueológico Nacional, con sus elementos y despiece realizados en bronce, siguiendo el procedimiento de la cera perdida, y una maqueta de la Rota para el achique minero de Riotinto, completan la iconografía de maquetas y objetos de esta sección.

Y para finalizar nuestro recorrido, el Área V trata de determinadas técnicas y artes industriales, desde

Maqueta del Acueducto de las Ferreras. Tarragona.





Rota para el achique minero de las minas de Riotinto.

la industria de salazones, que contó con importantes factorías en las costas del mediodía y el Levante peninsular, a la fabricación del vidrio, la elaboración de tintes o la transformación de productos agrícolas. Estas técnicas resultan de particular interés por cuanto nos acercan a algunos de los usos y costumbres cotidianos de la civilización romana, a saber: la producción agrícola, con el aceite y el vino; la producción pesquera, con la salazón y el *garum*; además de la industria del vidrio y los tintes. Todas están profusamente tratadas e ilustradas en esta última sección.

Son muchas las exposiciones organizadas por el CEHOPU a lo largo de su historia; con el objetivo de difundir el patrimonio histórico de la ingeniería civil española, no bien conocido pese a su extraordinaria riqueza e importancia para

nuestra historia y para nuestra cultura.

Las exposiciones **Artifex**, **Ingeniería romana en España**, **Ars Mechanicae**, **Ingeniería en época Medieval** y **Los Ingenios y las Máquinas**, **Ingeniería y obras públicas en la España de Felipe II**, son tres joyas del programa de exposiciones itinerantes de CEHOPU. En su conjunto representan la revalorización del inmenso patrimonio de las obras públicas en España, en un amplio arco histórico que abarca el Mundo Antiguo, la Edad Media y el Renacimiento. Las tres exposiciones referidas fueron comisariadas por Ignacio González Tascón. Hoy la historia de la ingeniería española le debe, en buena parte a su tesón y a sus trabajos, el lugar que empieza a ocupar en la comprensión del pasado y de la transformación de las sociedades. ■

Vista parcial de la exposición Ars Mechanicae.

