

GALERÍAS DE CAPTACIÓN DE AGUA EN LA EUROPA MEDITERRÁNEA

BERNARDO LÓPEZ-CAMACHO Y CAMACHO. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Canal de Isabel II

RESUMEN: Los días 4 a 6 de junio de 2001, se celebró en Madrid el Coloquio Internacional: *Las galerías de captación en la Europa Mediterránea*, patrocinado por la Casa de Velázquez y la Fundación Canal de Isabel II, dentro de los actos conmemorativos de su 150 aniversario. La dirección del Coloquio corrió a cargo de Emmanuel Salesse, de la Université de Paris IV-Sorbonne. Fue auspiciado por la Unesco, dentro del proyecto Agua y Civilización del Programa Hidrológico Internacional. Contó con la colaboración de los Ayuntamientos de Madrid y Ocaña (Toledo). El Coloquio reunió a geógrafos, historiadores, lingüistas, etnólogos, hidrogeólogos e ingenieros que trataron sobre diversas características de los sistemas de abastecimiento constituidos por qanats. Intervinieron 29 ponentes procedentes de Alemania, España, Estados Unidos, Francia, Irán, Israel, Italia, Marruecos, Japón y Portugal. En las líneas que siguen se da noticia del Coloquio y se describe este histórico sistema de abastecimiento que proveyó de agua a Madrid desde el siglo IX hasta la llegada a la capital de las aguas del río Lozoya por medio del Canal de Isabel II en 1858.

PALABRAS CLAVE: QANAT, GALERÍAS DE CAPTACIÓN, VIAJES DE AGUA

ABSTRACT: The International Conference on "Water supply tunnels in Mediterranean Europe" was held in Madrid from 4 to 6 June 2001, and was co-sponsored by the Casa de Velázquez and the Fundación Canal de Isabel II. The conference formed part of the commemorative events held to mark the 150th anniversary of the Isabel II water channel and was chaired by Emmanuel Salesse, from the Université de Paris IV- Sorbonne. The conference which came under the patronage of UNESCO within the Water and Civilization project of the International Hydrological Programme, received the collaboration of the Madrid and Ocaña (Toledo) Councils. The conference attracted geographers, historians, linguists, ethnologists, hydrogeologists and engineers who dealt with many facets of the water supply tunnels known as "qanats", with 29 different speakers intervening from Germany, Spain, the United States, France, Iran, Israel, Italy, Morocco, Japan and Portugal. This article provides a summary of this conference and describes this ancient form of water supply which served Madrid from the 9th century right up to the harnessing of the waters of the River Lozoya in 1858 by the Canal de Isabel II water channel.

KEYWORDS: QANAT, UNDERGROUND GALLERIES, WATERCOURSES

1. LOS QANATS, SISTEMAS HISTÓRICOS DE ABASTECIMIENTOS DE AGUA

La voz árabe *qanat* es empleada en los países de esa cultura para designar galerías subterráneas, túneles o minas construidas para captar las aguas de lluvia retenidas en capas permeables que descansan sobre otras impermeables. A todo lo largo de su recorrido, el *qanat* tiene una serie de pozos verticales debidamente espaciados (entre 5 y más de 40 m) cuyas

profundidades eran marcadas por los diferentes niveles del terreno (hasta 70 m se han registrado en Mallorca), utilizados durante su construcción para la retirada de materiales de la excavación de la galería y visibles fácilmente por fotografía aérea. También es variable la longitud de la galería o túnel, que en algún caso de Irán superan la centena de km. En la figura 1 se reproduce un croquis ilustrativo de un *qanat*. Cuando la galería salía a la superficie se prolongaba mediante canales formados por muros corridos y, a veces, por medio de arcos o

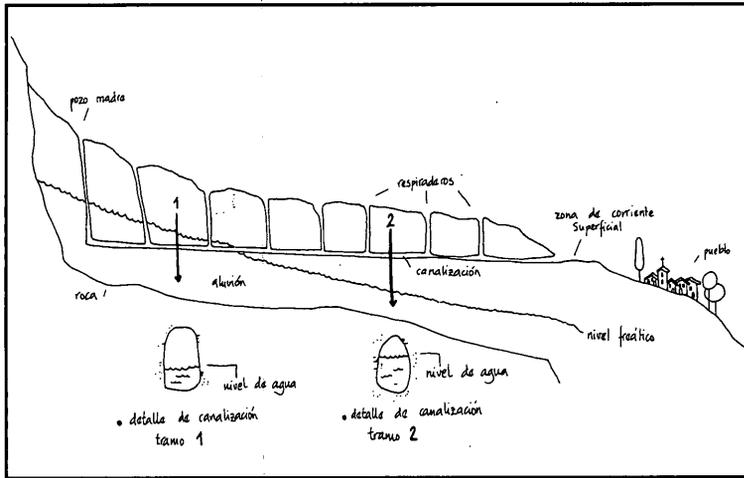


Figura 1.
Esquema tipo
de un qanat.
Sección
(Argemí
Relat, Mercé
y alii,
1995:181)

acueductos, a través de los cuales llegaba a cisternas, albercas, depósitos o fuentes monumentales que podrían contar con lavaderos y abrevaderos (caso de Ocaña, figura 2).

Muy propias de las regiones desérticas, las galerías subterráneas fueron conocidas en la Arabia preislámica, Armenia y Persia siglos antes de la era cristiana. En Irán se estima que existen unos 20.000 sistemas de qanats con una longitud total del orden de los 100.000 km.

Es difícil inclinarse por el origen y transmisión de las técnicas de este sistema de captación y suministro de agua, pues existen referencias tanto en la cultura romana como en las preárabicas. En las monumentales obras de Fernández Casado (1983) y Pavón Maldonado (1990) pueden encontrarse multi-

tud de ejemplos de galerías prerromanas, romanas, islámicas y medievales, en ocasiones a modo de palimpsesto. Según el segundo de los autores citados, las galerías de qanats, en lo que afecta al arte específico de su construcción, presenta paralelos muy marcados en Teherán, Madrid y Marrakus, si bien se reconoce que la distribución de aguas tiene en estos tres puntos un fondo común antiguo. Sobre la transferencia de la técnica de los qanats cabe pues, a juicio de varios autores, hablar de "transmisión cultural" y "concepción elemental y popular" (Trol y Braun, 1974).

La técnica inalterable romana, árabe o medieval del qanat se reproduce en sus elementos esenciales: galerías que captan las filtraciones del terreno con disposición en planta arborescente o cruciforme, sin revestir cuando el terreno lo permitía (figuras 3a y 4a), en "lomo de caballo" o más frecuentemente revestidas de ladrillo o losa de piedra con arcos de medio punto o bóveda adintelada (figuras 3b y 4b). Las dimensiones de la galería se mantuvieron inalterables en épocas romanas o árabes: 1,2-1,6 m de altura (en Ocaña alcanzan 1,7-2,0 m) y 0,6-1,0 m de anchura. Están provistas de un canalillo o *funiculi* central o lateral, con su desnivel para que circule el agua, que discurre entre andenillos para poder transitar por el túnel sin mojarse; en ocasiones (Ocaña) existen dos canalillos laterales, con andén central, por los que discurren -sin mezclarse- aguas de diferentes ramales con calidad distinta. A veces, el canalillo es sustituido por tubería de hierro o, más comúnmente, de barro cocido. A intervalos más o menos regulares existen pozos verticales (*putei* ó *lumina* romanos que pasan en árabe a *manfas*) que

Figura 2.
Fuente Grande
de Ocaña
(Toledo),
alimentada por
un qanat de
400 m. de
longitud en el
que se
reconocen
elementos
romanos y
árabes. En la
foto: a la
izquierda
lavadero, con
300 puestos;
por delante
abrevaderos; a
la derecha,
claustro
porticado
sobre los caños
atribuido a
Juan de
Herrera
(Hacia 1575).



GALERÍAS DE CAPTACIÓN DE AGUA EN LA EUROPA MEDITERRÁNEA

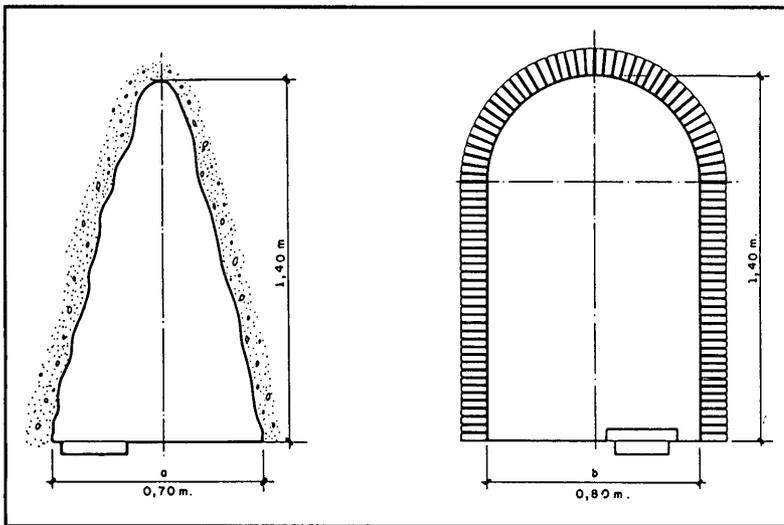


Figura 3. Viaje de la Fuente del Berro (Madrid), a) Ramal del Palacio de los Deportes, con galería a "lomo de caballo", b) Ramal de Pedro Heredia, con galería revestida y canalillo protegido por fosas.

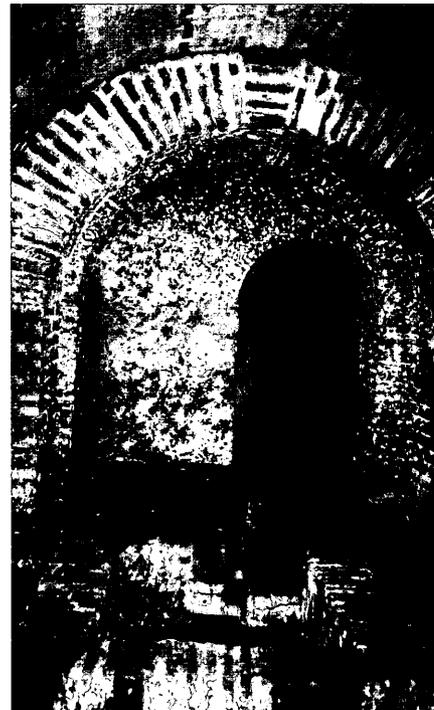
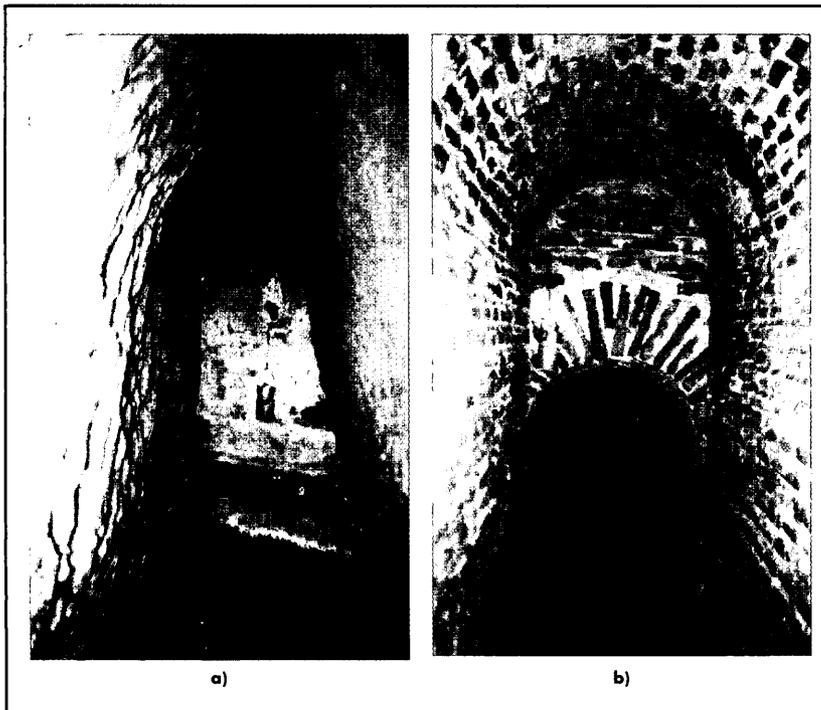
conectan la galería con el exterior; pueden tener forma cuadrada o circular, con apertura exterior menor que la interior, rematados por losas, pirámides de piedra o bolas esféricas de adorno final. En ocasiones, en el arranque de algún ramal, se disponen pozos de captación (*caput aquae* romanos que pasan a los *ayn* o *bir* árabes). En la confluencia de ramales a lo largo de la galería principal del *qanat*, el recorrido se interrumpe con habitaciones o estancias abovedadas (*qubbas* o *qubbiyas*) con estantes o arcas para el reposo, mezcla o distribución del agua (figura 5); las salas principales pueden tener conexión directa con el exterior por medio

de escaleras abovedadas de varios tramos, por las que se accedía para tomar agua o para la estancia durante las horas de calor de los tórridos veranos de personas de relieve de la ciudad (*camara dello scirocco*, análogas a las "torres de viento" de Persia, donde las personas de la aristocracia de Palermo buscaban refugio y fresco durante el siglo XVII; cámara de Isabel la Católica en el *qanat* de Ocaña). A la salida de la galería principal se dispone el *castellum aquae* o *piscina limaria* (*al qubba* ó *al-qubbayba* en árabe) de donde parte el canal (*siqaya*) que lleva el agua a la villa, fuente o campo de regadío.

Los *qanats* existentes desde Marruecos hasta Afganistán y China han sido ya objeto de importantes estudios científicos, históricos y sociológicos. Sin embargo, los que existen en la costa septentrional del Mediterráneo (e incluso más al norte) han sido prácticamente ignorados por los investigadores.

Acerca del origen y procedencia de los *qanats* occidentales, que eran conocidos en Túnez bajo las dinastías aglabíes (siglo IX) existen varias teorías, atribuyéndolas unas a los cartagineses y romanos (por ejemplo, la alimentación a las termas de Antonino el Piadoso, en Cartago) y otras hacen hincapié en su invención local. La teoría más aceptada defiende la transferencia e importación del *qanat* por la progresión del Islam de este a oeste (Goblot, 1979).

En la actualidad existe la creencia de que la técnica del *qanat* llegaría a Al-Andalús en los primeros años de la conquista árabe ya que, al parecer, el *Tratado de las aguas de al-Filahan-Nabatiyya* y *La dirección de las aguas de Filemon de Bizancio* fueron libros conocidos por los agrónomos andalusíes.



A la izda. Figura 4. Viaje de la fuente del Berro. Fotografías correspondientes a las secciones de la figura 3. a) Sección interrumpida por obras incontroladas. b) Cambio de sección debido probablemente a error de nivelación. A la dcha. Figura 5. *Qanat* de Ocaña. Sala abovedada a la que fluyen varios ramales, con arca central. Existen cuatro salas visitables en este *qanat*, reliquia viva de los viajes de agua madrileños.

Pero no se puede descartar que la técnica de canalizaciones subterráneas mantenida en épocas medievales y posteriores (en Madrid, el último viaje de agua, el de la Fuente de la Reina, hacia 1855, se construyó al mismo tiempo que la presa del Pontón de la Oliva) proceda de la época romana, ya que ciertos cronistas árabes insisten en las descripciones de conducciones y artificios de agua hechas "por los antiguos". Así por ejemplo, en las conducciones de Mérida, a partir del *caput aquae*, los acueductos tienen un largo *specus* con pozos subterráneos (Álvarez Martínez, 1977). Por su parte, Fernández Casado (1983) describe varios sistemas romanos provistos de *cuniculiis* (galerías subterráneas) y de pozos verticales (*puteis*). Resulta bastante significativo que en un texto de Al-Maqqari referente al *qanat* fundado por Abd al-Rahman III en 941 para llevar agua de la sierra a la almunia de la Noria, en la orilla derecha del río Guadalquivir, se compare la nueva construcción hidráulica con las obras de "los antiguos" –romanos– advirtiéndonos que aquella y ésta tenían parecido aspecto y las mismas técnicas o procedimientos constructivos.

Entre los ejemplos de conducciones subterráneas en España, Pavón Maldonado expone con detalle, entre otras, las situadas en Huelva, Sevilla, Córdoba, Vélez-Málaga, Madrid, provincia de Toledo, Mallorca, Guadalupe, Jaén, Gibraltar y Medinat al-Zahra. De África recoge datos de los de Sabrata (Argelia), Marrakech y Rabat (Marruecos), Ceuta y Qayrawan (Túnez).

2. EL COLOQUIO INTERNACIONAL DE MADRID DE JUNIO DE 2001

El Coloquio celebrado en Madrid constituye una continuación para el ámbito mediterráneo del *Primer Simposio Internacional sobre Qanat* celebrado en Yazd (Irán) en mayo de 2000, al que se presentaron 57 ponencias, de las cuales 38 se referían a *qanats* de Irán (con predominio de los de la meseta de Yazd), pero que también recogió trabajos acerca de *qanats* en Libia, Egipto, Siria, Omán, Pakistán, China e Italia (Sicilia).

En el Coloquio de Madrid, las 29 ponencias presentadas describían sistemas de *qanats* en el sur de Francia, Setubal y Varatojo (Portugal), Córcega, Palermo, Marrakech y otros lugares de Marruecos, Egipto, Omán, Israel-Palestina, Yazd (Irán) y Xinjiang (China), y en nuestro país, Almería, Mallorca, Ibiza, Baza, Alhama de Guadix, Ceuta y Carmona, así como la transferencia de tecnología de las galerías a la América hispana, donde coexistieron los antiguos *apantles con tragaluces* mexicanos y *puquios* andinos con galerías construidas en tiempos coloniales o republicanos siguiendo la tecnología al uso en España.

Resulta bastante significativo que en un texto de Al-Maqqari referente al *qanat* fundado por Abd al-Rahman III en 941 para llevar agua de la sierra a la almunia de la Noria, en la orilla derecha del río Guadalquivir, se compare la nueva construcción hidráulica con las obras de "los antiguos" –romanos– advirtiéndonos que aquella y ésta tenían parecido aspecto y las mismas técnicas o procedimientos constructivos

Mención aparte merecen las ponencias presentadas en el Coloquio referentes a Madrid y sus alrededores que pasamos a reseñar:

- Las antiguas galerías del abastecimiento de agua en el área de Madrid, por el autor del presente trabajo, que se resume en el apartado siguiente.
- La Fuente del Berro (Madrid), a cargo de María Bascones (Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid), Irene de Bustamante (Universidad de Alcalá) y Bernardo López-Camacho.
- El *Qanat* de la Fuente Grande de Ocaña (Toledo), por Bernardo López-Camacho y José Antonio Iglesias (Canal de Isabel II).
- Interferencias de la red de distribución y del alcantarillado con los antiguos viajes de agua, de Juan José González Reglero (Fundación Canal de Isabel II).
- Notas para la visita al viaje de agua y la fuente de San Isidro (Manuel Beltrán, Ayuntamiento de Madrid).
- Abastecimiento de la isla de El Hierro. Galería de los Padrones, por Carlos Soler Licerias (Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Agua del Gobierno de Canarias).

Durante el Coloquio se presentaron dos vídeos sobre la construcción de *qanats* en Irán y sobre la perforación de la moderna galería de Los Padrones en la isla de El Hierro en los años noventa. Asimismo se visitó el *qanat* y la Fuente Grande de Ocaña, las fuentes de San Isidro y de El Berro, de Madrid, recorriendo en esta última los ramales de los viajes de agua que alimentan la Fuente que tiene su nacimiento bajo el Palacio de los Deportes y la Plaza de Toros de las Ventas (figura 4).

Como se ha indicado anteriormente, se resume a continuación la ponencia presentada en el Coloquio sobre los viajes de agua de Madrid, que abastecieron la Villa hasta la llegada de la agua del Lozoya por medio del Canal de Isabel II en 1858.

3. LAS ANTIGUAS GALERÍAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL ÁREA DE MADRID

El primitivo núcleo de la Villa de Madrid presenta una situación topográfica bastante común: se emplaza sobre una meseta elevada unos 100 m sobre el río Manzanares, que le servía de relativa defensa por el oeste y sur, aunque se secaba con frecuencia en los veranos. Al otro lado del río, hacia el norte y oeste, el terreno constituido por una alternancia de capas de arenas y arcillas del terciario superior asciende suavemente. Esta disposición morfológica aparece también en ciuda-

GALERÍAS DE CAPTACIÓN DE AGUA EN LA EUROPA MEDITERRÁNEA

des próximas a Madrid: Alcalá de Henares, Puebla de Montalbán, Escalonilla, Torrijos (en el mismo tipo de materiales) y en Ocaña, sobre sedimentos calizos y margosos.

En todas estas localidades el abastecimiento se efectuó por medio de *qanats* que llevaban el agua por gravedad hasta la ciudad siguiendo el esquema de la figura 1. En la parte baja, junto al río o manantial que discurre o nace a su pie, se situaban los lavaderos y baños y las acequias para el riego de las huertas.

Madrid ha estado abastecida por medio de galerías ("viajes de agua") o vías por donde viaja el agua, en la terminología madrileña desde mediados del siglo IX hasta mediados del siglo XIX; algunos de los más importantes se recogen en la figura 6. El primer documento escrito data de 1202. Se ha reconocido un tramo de *qanat* anterior a 1085 en la Plaza de los Carros.

El mayor desarrollo de los "viajes de agua" se produce a partir de 1561, cuando Felipe II convierte a Madrid en capital de España. La población pasó en pocos años de 14.000 a 42.000 habitantes. Desde esa fecha hasta 1855 se ampliaron y construyeron más de 28 "viajes", algunos de más de 22 km de longitud. Los principales viajes de agua en uso y las fuentes a las que abastecían se recogen en el mapa de la figura 7.

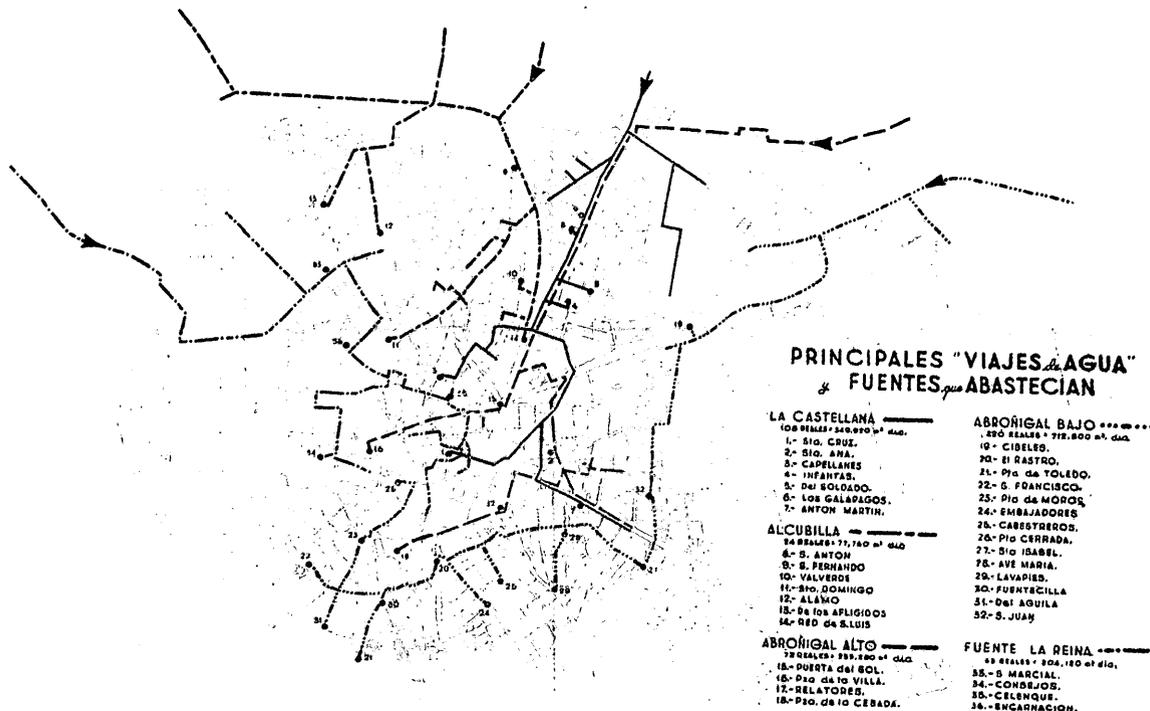
Los principales "viajes" fueron: Alcubilla, construido hacia 1399, con 22 ramales, 142 pozos de registro, 20 arcas de reparto, 3 fuentes de aguadores, 8 fuentes vecinales y 55 fuentes particulares; su caudal oscilaba entre 1-5 l/s. Castellana: cons-



- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1 SAN DAMASO | 6 BAJO RETIRO |
| 2 FUENTE DE LA REINA | 7 ALTO RETIRO |
| 3 AMANIEL | 8 ALTO ABRONIGAL |
| 4 ALCUBILLA | 9 BAJO ABRONIGAL |
| 5 CASTELLANA | 10 FUENTE DEL BERRIO |

Figura 6. Principales viajes de agua del abastecimiento de Madrid (superaban los 124 km. de longitud). Trazas superpuestas a la actual trama urbana, interrumpidas a la entrada del casco urbano. Véase figura 7. (Bascones, et all., 1986).

ABASTECIMIENTO DE AGUAS A MADRID ANTES DE 1851



PRINCIPALES "VIAJES DE AGUA" y FUENTES que ABASTECIAN

- | | |
|--|---|
| LA CASTELLANA
108 BARRIOS - 340.000 m ³ al día. | ABRONIGAL BAJO
100 BARRIOS - 718.000 m ³ al día. |
| 1.- S ^{ta} CRUZ. | 19.- CIBELG. |
| 2.- S ^{ta} ANA. | 20.- EL RASTRO. |
| 3.- CAPILLANES. | 21.- P ^{ta} de TOLEDO. |
| 4.- INFANTAS. | 22.- S. FRANCISCO. |
| 5.- P ^{ta} SOLDADO. | 23.- P ^{ta} de MOROS. |
| 6.- LOS GALLEROS. | 24.- ENBAJADORES. |
| 7.- ANTON MARTIN. | 25.- CARBATEROS. |
| ALCUBILLA
34 BARRIOS - 77.780 m ³ al día. | 26.- P ^{ta} CERRADA. |
| 8.- S. ANTON. | 27.- S ^{ta} ISABEL. |
| 9.- S. FERNANDO. | 28.- AVE MARIA. |
| 10.- VALVERDE. | 29.- LAVAPIES. |
| 11.- S ^{to} . DOMINGO. | 30.- FUENTECILLA. |
| 12.- ALAMO. | 31.- DEL AGUILA. |
| 13.- DE LOS APLICADOS. | 32.- S. JUAN. |
| 14.- RED de S. LUIS. | |
| ABRONIGAL ALTO
19 BARRIOS - 331.780 m ³ al día. | FUENTE LA REINA
19 BARRIOS - 204.180 m ³ al día. |
| 15.- PUERTA DEL SOL. | 33.- S. MARCIAL. |
| 16.- P ^{ta} de la VILLA. | 34.- CONSEJOS. |
| 17.- DELATORES. | 35.- CELENQUE. |
| 18.- P ^{ta} . de la CEBADA. | 36.- ENCARNACION. |

Figura 7. Continuación de los viajes de agua (figura 6) dentro del casco histórico de Madrid. El agua se distribuía a unas 70 fuentes vecinales y cerca de 700 tomas particulares (palacios, edificios públicos y conventos). Desde las fuentes públicas, un ejército de 1.000 aguadores distribuía el agua a los domicilios. (Canal de Isabel II, 1954).

truido en 1614, proporcionaba 3-6 l/s; abastecía 7 fuentes públicas y 115 particulares, tenía 9 ramales afluentes y 87 registros. Abroñigal Alto: se datan obras en 1613; en 1727 surtía 9 fuentes públicas, 19 conventos, 87 fuentes particulares, proporcionaba 3-5 l/s. Bajo Abroñigal: se tienen noticias de 1557; en 1880 suministraba 9 fuentes públicas, 23 fuentes vecinales y 120 fuentes particulares; era el de mayor caudal, unos 5-10 l/s. También existían multitud de pozos y norias, pero con agua de escaso caudal y calidad. En 1910, ya en desuso en su mayor parte, el estado de las galerías era: 124 km de longitud en total, de los cuales 70 km eran de captación (29% revestidos) y 54 km de galerías de conducción. En la bibliografía se incluye una relación de trabajos relacionados con los viajes de agua a los que se remite al lector interesado.

El trazado de los viajes se desarrollaba hacia el norte y este de la ciudad, a distancias de 7-12 km, hasta alcanzar la divisoria de aguas con otras vertientes. Las minas más profundas alcanzaban los 30 m de profundidad. Los desniveles desde el inicio hasta la ciudad eran de 80-100 m, equivalentes a pendientes del 1%.

El rendimiento hidráulico de los viajes era de 0,25 l/s por km de galería de captación. Equivale a los 60 mm/año de infiltración media en el área drenada (la precipitación media en Madrid, es de 430 mm/año). Hacia 1850 los madrileños sólo disponían de 7 litros diarios por persona para 220.000 habitantes. La higiene privada y pública era deplorable. Se pensó en cambiar la capital.

El Gobierno creó la empresa Canal de Isabel II para traer el agua a Madrid desde el río Lozoya, distante 70 km. El agua llegó a Madrid en 1858. Desde entonces hasta 1930, los viajes fueron cayendo en desuso por abandono y contaminación de sus aguas. Actualmente el Canal de Isabel II abastece

ce a 5 millones de habitantes con unos 300 litros por persona y día.

En la actualidad se conservan algunos tramos aislados, pero en vías de desaparición. Los más notables son los de la Fuente del Berro (figuras 4 y 5) y San Isidro, relacionados con fuentes históricas de la ciudad. De los viajes de Alcalá de Henares y Torrijos posiblemente quede algún tramo aislado. Los de Escalonilla y Puebla de Montalbán estuvieron en uso hasta 1983 aproximadamente. La sequía de aquellos años aceleró la construcción de nuevos abastecimientos, abandonándose los *qanats*, que posiblemente habrán desaparecido o desaparecerán en breve.

Queda como reliquia, en perfecto uso, el *qanat* de Ocaña, aún utilizado para el abastecimiento de la población, de 400 m de longitud, que se trata en otra comunicación presentada al Coloquio. Se propugna la conservación de este *qanat*, representativo de los célebres viajes de agua de Madrid.

Los *qanats* o "viajes de agua" de Madrid han muerto. Pero no así la utilización de las aguas subterráneas que abastecieron a Madrid durante diez siglos. Desde 1990, el Canal de Isabel II viene construyendo pozos profundos (400-700 m de profundidad) para utilizar las aguas del acuífero de Madrid en períodos de sequía (1 año de cada 4-5 en promedio). Estos pozos modernos vienen a proporcionar 50-100 l/s por unidad (López-Camacho e Iglesias, 2000); es decir, 500 m verticales de captación proporcionan 2-4 veces lo que 70 km de galerías horizontales. La técnica no es benévola con las galerías de captación excepto en situaciones singulares (Canarias, acuíferos de pequeño espesor, etc). ¿Se celebrará dentro dos o de diez siglos un Coloquio internacional sobre las técnicas de aprovechamientos del agua por medio de pozos profundos que tuvieron lugar en los siglos XX-XXI? ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argemí Relat, M. et alii.: *Glosario de términos hidráulicos*. VV.AA. pp. 163-189. 1995.
- Al-Maqqari: *Analectes*, I, Leiden 1855-1861.
- Alvarez Martínez, J.M.: *En torno al acueducto de los Milagros de Mérida*. En Symposium de Arqueología romana, Barcelona, 1977.
- Bascones, M.; Cabra, P.; Echegaray, M.; y Gallego, E.: *Geología, Geomorfología, Hidrogeología y Geotecnia de Madrid*. Ayuntamiento de Madrid, 1986.
- Canal de Isabel II: *Los primeros 100 años del Canal de Isabel II*. Madrid, Canal de Isabel II, 437 pp., 1954.
- Confederación Hidrográfica del Tago y Canal de Isabel II. *Historia del abastecimiento y usos del agua en la villa de Madrid*, 2000.
- Fernández Casado, C.: *Ingeniería Hidráulica Romana*. Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 674 pp., 1983.
- Gea Ortigas, M^o I.: *Los viajes de agua de Madrid*. Ediciones La Librería, 1999.
- Goblot, H.: *Les qanats. Un technique d'acquisition de l'eau*. New York, 1979.
- López-Camacho, B.; Bascones, M.; y De Bustamante, I.: *El antiguo abastecimiento a la Villa y Corte: los viajes de agua*. En "El agua subterránea en Madrid". Boletín de Informaciones y Estudio n^o 46. Servicio Geológico. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Junio 1986.
- López-Camacho, B.; Bascones, M.; y De Bustamante, I.: *Antecedentes del Canal de Isabel II: Viajes de agua y proyectos de canales*. Canal de Isabel II, 1986.
- López-Camacho, B. e Iglesias, J.A.: *Las aguas subterráneas en los abastecimientos. Un decenio de experiencias del Canal de Isabel II*. Revista de Obras Públicas, n^o 3403. Noviembre, 2000.
- Martínez Alfaro, P.E.: *Historia del abastecimiento de aguas a Madrid. El papel de las aguas subterráneas*. An. Inst. Estudios Madrileños, CSIC, t. XIV, 23 pp. 1977.
- Ministry of Energy-Training and Education organization: *The first international symposium on Qanat. Abstract*. Yazd Regional Water Authority, may 2000.
- Oliver Asín, J.: *Historia del nombre de Madrid*. Instituto Miguel Asín, CSIC, 412 pp., 1958.
- Pavón Maldonado, B.: *Tratado de arquitectura hispano-musulmana. I. Agua*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 408 pp. + CLIII láminas, 1990.
- Solesio de la Presa, M^o T.: *Antiguos viajes de agua de Madrid*. Monografía del Instituto Eduardo Torroja. IETCC n^o 330 Madrid, 1975.
- Trol, C. Y Braun, C.: *Madrid. El abastecimiento de agua de la ciudad por medio de qanats a lo largo de la historia*. En Geográfica, 1974.