

# El antiguo sistema de abastecimiento de agua de Madrid y su influencia en la vía pública, construcciones en servicio y nueva construcción (\*)

Por JESUS LLORCA AQUESOLO

Ingeniero de Caminos, M.I.S.I.

JOSE LUIS MONTE SAEZ

Ingeniero de Caminos, M. S., PH. D.

*Se ha escrito mucho sobre el antiguo sistema de abastecimiento de agua a Madrid; Ardemans y Aznar de Polanco sobre las técnicas de construcción de los viajes de agua (siglo XVIII), Barra sobre la conducción de aguas a Madrid de otras cuencias hidrográficas (siglo XIX), Madrid Moreno y Hauser sobre la calidad de las aguas de los viajes y los problemas que presentaban para la salud pública (finales del XIX y principios del XX), Gil Clemente sobre la posibilidad de recuperación de los viajes para una nueva utilización de sus aguas (principios del XX). En el año 1952, Oliver de Asin publicó «Historia del nombre "Madrid"», relacionándolo, precisamente, con su sistema de captación de agua.*

*Hasta la fecha, y según la información analizada por nosotros, no hay ningún estudio publicado sobre la influencia de estos viajes de agua en la vida urbana (vía pública, construcciones en servicio y nuevas construcciones), a pesar de que dichas obras subterráneas han constituido históricamente un foco de problemas para la ciudad, y siguen interfiriendo en la actualidad en su desarrollo.*

## I. INTRODUCCION

La explotación del subsuelo de las ciudades modernas para los servicios de la población y la industria alcanza límites verdaderamente importantes. Cientos y miles de kilómetros de conducciones subterráneas surcan el subsuelo en todas direcciones y a distintos niveles. Igualmente, es enorme el número de obras aisladas, tales como estaciones de bombeo, garajes, depósitos para distintos usos y, principalmente, el aprovechamiento del espacio bajo los edificios para todo tipo de servicios.

Todas esas obras constituyen un auténtico laberinto subterráneo que, además, crece de forma continua con la mejora de los servicios a

la población, la modernización de las viejas industrias y la construcción de otras nuevas.

Madrid constituye un buen ejemplo de ello. La red de alcantarillado en servicio tiene una longitud total del orden de los 4.500 km., y la de conducción y distribución de agua, de unos 3.500 km. Las líneas del Metro madrileño llegan a los 105 km. de longitud. Existen, asimismo, numerosos túneles, pasadizos, depósitos y otras obras subterráneas.

Obviamente, todo este mundo subterráneo se debe tener en cuenta a la hora de proyectar y realizar nuevas obras; de ello dependerá, en buena medida, el tipo de cimentación y sus características, y puede influir también, en ciertos casos, en las soluciones constructivas y arquitectónicas de la obra.

Normalmente, la mencionada complejidad del subsuelo urbano no suele presentar dificul-

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que podrán remitirse a la Redacción de esta Revista hasta el 31 de agosto de 1984.

tades especiales, siempre que se trate de obras en servicio y, por tanto, conocidas, sobre las que se puede obtener información en los correspondientes organismos municipales. Considerablemente mayores problemas surgen cuando los suelos sobre los que se asientan núcleos urbanos fueron afectados por la actividad del hombre en tiempos pasados y, sobre todo, cuando no se conserva o nunca ha existido documentación sobre los trabajos realizados.

Estos son los casos en los que las excavaciones terminan extendiéndose bajo las poblaciones mineras o, viceversa, cuando con el crecimiento de la población ésta se extiende hacia las zonas afectadas por las excavaciones subterráneas. Se pueden mencionar como ejemplo el de Johannesburgo, en Africa del Sur, con sus minas de oro; el de Pittsburgo, en el estado de Pensilvania (USA), con sus minas de carbón, y el de Velichka, en Polonia, con sus minas de sal. Estos son también los casos de las minas que se hicieron para la obtención de materiales para la construcción; es conocido el caso de las minas de roca caliza en Kansas City (USA), donde la extensión que ocupan esas minas bajo la ciudad supera las 1.160 ha., y el probablemente aún más conocido caso de París, donde, desde su fundación en tiempos del Imperio Romano y hasta principios del siglo pasado, se explotaron dos niveles de minas de roca caliza para la construcción de la propia ciudad, y un tercer nivel de minas de yeso. Algunos barrios céntricos de esa ciudad se han edificado, posteriormente, sobre tres niveles de minas. La superficie total de minas abandonadas en este caso es de unas 900 ha. bajo la propia ciudad y de unas 1.580 ha. bajo el vecino departamento del Sena.

El subsuelo de Madrid tiene, en este orden de cosas, un problema muy particular, relacionado no con la minería, como en los casos antes citados, sino con antiguas «minas», galerías y obras subterráneas en general, en su mayor parte desconocidas.

Documentos que se conservan en el Archivo de la Villa, obras literarias y publicaciones diversas hablan de pasadizos que comunicaban el Palacio Real con el parque y la Casa de Campo, y otro con el convento de las Descalzas Reales. Existen galerías entre la Plaza de la Paja y la

Moncloa, entre las calles Nueva (actual Segovia) y Calatrava, otras en las calles Cava Alta y Baja y muchas más.

Pero entre esas obras subterráneas las que mayor influencia tienen en la vida urbana y en la nueva construcción son las relacionadas con el antiguo sistema de abastecimiento de agua, que consistía en su captación mediante pozos y galerías en el subsuelo de la propia ciudad y sus alrededores inmediatos.

Puede decirse que esas obras subterráneas constituyen uno de los mayores problemas que presenta el suelo de Madrid, debido a la gran extensión y densidad de explotación del subsuelo que alcanzaron y, principalmente, a que la mayor parte de ellas se desarrollan en profundidad dentro de la zona de influencia de las construcciones de la ciudad.

La experiencia demuestra, sin embargo, que con frecuencia nos olvidamos de ese problema y, a veces, simplemente lo ignoramos. En unos casos, galerías subterráneas sin revestir quedan por debajo de las nuevas construcciones, en otros, las mismas se destruyen o se taponan indiscriminadamente con las excavaciones, alterando aún más el suelo y causando problemas técnicos y considerables gastos económicos.

La presente publicación pretende recordar e insistir en la importancia que esas obras subterráneas antiguas, en su mayor parte desconocidas, han tenido desde la fundación de la ciudad y siguen teniendo en nuestros días, probablemente con mayor intensidad que antes, en la vida urbana. Se aboga, asimismo, por una política coordinada de seguimiento y levantamiento de esas obras, así como del estudio de las medidas a seguir cuando las mismas llegan a causar problemas a las construcciones existentes o cuando se descubren con las nuevas obras.

Sería quizá difícil seguir este tema sin un conocimiento, aunque sea elemental, sobre el antiguo sistema de abastecimiento de agua de Madrid; por ello, en la primera parte del artículo se recoge una breve información histórica y técnica sobre esas obras de captación de agua; la segunda parte se dedica al tema concreto de su influencia en la vida urbana.

## II. ANTIGÜEDAD DEL SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA

Prácticamente todos los autores que tratan de una u otra forma el tema del antiguo sistema de abastecimiento a Madrid coinciden en afirmar su procedencia árabe, por lo que la antigüedad del mismo puede ser superior a nueve siglos. Teodoro Ardemans (año 1724) (ref. 5), Mesonero Romanos (año 1861) (16) y otros señalan la existencia de minas antiguas, de la época de ocupación árabe.

Madrid se fundó en este lugar, entre otras posibles razones por la abundancia de agua que en aquellos lejanos tiempos había en la zona. El mismo hecho de que la población primitiva se asentara en un lugar relativamente alejado del río Manzanares, sin contar para nada con sus aguas, así parece indicarlo.

Fernando de Oviedo (16) escribe sobre el Madrid de principios del siglo XVI, cuando contaba con una población de tan sólo 3.000 habitantes:

«en muchas partes de esta villa el agua está cerca de la superficie de la tierra, é muy someros los pozos, tanto que con el brazo, sin cuerda, pueden tomar el agua en ellos; dentro de la población é de afuera, cerca de los muros, hay fuentes naturales, é algunas de ellas de muy singular agua para el mantenimiento é continuo servicio de los vecinos é de todo el pueblo, demás de los pilares grandes, é comunes albercas, é caños, é abrevaderos...

Así que con razón se movieron a decir los antiguos que aquella villa está armada sobre agua ó fundada sobre agua, porque tiene tanta que dentro del ámbito del muro se riegan muchas huertas...».

La información más antigua que se conserva sobre esas obras subterráneas es, probablemente, la del Códice de los Fueros de Madrid (año 1202?), en el que se menciona la «alcantarilla de San Pedro». Así se llamaban antiguamente las minas que se hacían para la captación de agua. Refiriéndose a esa misma obra, en un documento de archivo del año 1399, se dice:

«Informe para justificar de la propiedad de

Madrid un solar en la colocación de San Pedro del cual sale una fuente que dicen de la alcantarilla».

Hay que señalar que cuando en los documentos de aquellos años se habla de fuentes, caños, baños públicos, tenerías, tahonas, abrevaderos y otros lugares de gran consumo de agua se puede considerar con certeza que el agua que consumían procedía de minas, pues parece poco probable que pudieran haber existido manantiales o pozos con caudales de agua tan importantes como para abastecer esos lugares.

Así, por ejemplo, en época de Alfonso el Sabio (años 1251-1284) se habla sobre la restauración de los baños públicos que debían existir desde más antiguo hacia la calle de Segovia. Se conoce existieron los Caños del Peral o Fuente del Arrabal, en la actual plaza de Isabel II, los Caños Viejos hacia «la Puente Segoviana», las Fuentes de Leganitos y muchos otros lugares de este tipo, que indudablemente se abastecían de agua de pozos con minas.

En un documento del año 1623, que hace referencia a los trabajos de reparación que se realizaron en la Fuente de Leganitos, se habla de los ramales de minas que iban hacia San Bernardino, con 200 varas (167 m.) de longitud, y de otros tres ramales más de minas antiguas.

Como puede comprobarse en todas las épocas se ha hablado de minas antiguas.

Sin embargo, las captaciones de agua situadas dentro de la población terminaban dando aguas contaminadas, máxime cuando, como en el caso de Madrid, las minas eran relativamente superficiales, y las aguas fecales se recogían en pozos negros. En Madrid no existió alcantarillado prácticamente hasta el siglo XIX. Por ello, los pozos y galerías situados dentro del casco urbano se abandonaban con el paso del tiempo o se dejaban para el riego de jardines y huertos.

El agua potable para el abastecimiento de la población se empezó a obtener de captaciones situadas en las afueras de la ciudad. Estas eran análogas a las anteriores, pero con la diferencia de que si de las primeras el agua se extraía con norias o a mano, en el segundo caso se aprove-

chaban los alrededores con cotas de la superficie más altas que las de la propia población, de modo que el agua se podía transportar por galerías «por su propio pie». Esas traídas de agua potable a la ciudad vinieron a llamarse «viajes de agua», y constituyen el motivo principal del tema que aquí se expone, mayormente por la enorme extensión de terreno que ocupaban y, en determinadas zonas, por la gran densidad de explotación del subsuelo que alcanzaron, como se indica más adelante.

En lo sucesivo, para abreviar, se habla, en forma genérica, de los «viajes de agua», aunque se debe entender tras ese nombre todo el conjunto de obras subterráneas que se construían para la captación de agua; tanto las que constituían los propios viajes como las minas, galerías, pozos, arquetas, depósitos..., así como los pozos y norias, con sus correspondientes minas que se hacían para el uso particular del agua en el mismo lugar de su extracción.

Conviene hacer una aclaración de los nombres que se utilizaron en distintas épocas para denominar las excavaciones horizontales realizadas para la captación de agua. En los escritos más antiguos se habla de minas y alcantarillas. Parece que las minas eran las excavaciones que se hacían para la búsqueda y captación de agua, que, por lo general, no llevaban revestimiento o se revestían sólo parcialmente. Las alcantarillas eran las excavaciones que, por su importancia (por ejemplo, el ramal principal de un viaje de agua) o por desprendimientos del terreno, había que revestir. Así, por ejemplo, en un documento del Archivo de la Villa, del siglo XVII, leemos:

«...hay 30 varas (25 m.) de tan mal terreno floxo y con tanta agua que es fuerza se hagan de alcantarilla».

Con el paso del tiempo se han ido perdiendo esos términos, sustituyéndolos por el genérico de galerías. Análogamente, el nombre de alcantarilla perdió su sentido original, utilizándose desde entonces para denominar las redes de saneamiento. Parece razonable pensar que ese cambio de sentido de la palabra provenga de que cuando se inició el saneamiento de Madrid (siglo XVIII) las antiguas alcantarillas, fuera del servicio para el que se construyeron, se incluían

en la red de desagüe o bien por ser construcciones análogas a las de los «viajes de agua».

### III. RAZON DE LA IMPLANTACION DEL SISTEMA DE CAPTACION DE AGUA. BREVE RESEÑA TOPOGRAFICA, GEOLOGICA E HIDROGEOLOGICA DEL AREA

Parece significativo el hecho de que el área de Madrid y sus alrededores al Norte y Este fuese una de las épocas, e incluso, según algunos autores la única, de la Península en la que durante la dominación árabe se implantó la captación de agua del subsuelo mediante pozos y galerías como único sistema de abastecimiento a la población y su campo (Fuencarral, Chamartín, Canillas,...) e incluso en el caso del propio Madrid prescindiendo de su río.

La razón de ello estaría en las excepcionales condiciones topográficas, geológicas e hidrogeológicas de la zona para ese tipo de captaciones. Consideramos este tema suficientemente bien conocido por el lector, por lo que nos detendremos en él de forma muy breve, destacando únicamente las particularidades de la captación de agua en el suelo madrileño.

La captación de agua por los antiguos habitantes de la zona se hacía en los suelos que hoy conocemos como formación Pliocena, por su edad geológica. Esos depósitos ocupan una gran superficie, que se extiende desde el pie de la sierra del Guadarrama hasta el propio Madrid antiguo, formando una meseta ligeramente alomada, en la que el cauce del río Manzanares corta esa formación en bastante profundidad.

La meseta tiene una pendiente media en dirección aproximada de Nornoroeste a Sursudeste que coincide sensiblemente con la del cauce del Manzanares, y es del orden de 1/125 (entre Colmenar Viejo y Madrid). Si seguimos el valle de la Castellana (actual paseo de la Castellana), al que nos vamos a referir en varias ocasiones por considerarlo como muy representativo, la pendiente media es de un 1/65.

La formación Pliocena está constituida por depósitos detríticos procedentes de la meteorización del macizo granítico de la sierra que, se-

# EL ANTIGUO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE MADRID

gún la intensidad de las riadas o mantos de agua que los transportaron, han formado un suelo que varía desde una arena gruesa, en algunas zonas con gravilla, hasta arcilla limosa.

Los niveles más representativos de este suelo son los que, precisamente los artífices que construían las obras de captación de agua a las que aquí nos referimos, llamaron arena de buena miga y suelo tosco. Estos nombres los conservan hoy en día los constructores, transformándolos en arena de miga y tosco.

Aunque no existe una definición exacta para esos nombres, normalmente se atribuyen a las arenas silíceas de grano medio a grueso, con un contenido de finos (tamiz 200) del 5 al 10 por 100 y no superior al 25 por 100 el primero, y a los niveles más arcillosos con un contenido de limo y arcilla superior al 50 por 100 el segundo. Los suelos intermedios se suelen denominar arenas tosquizas o toscos arenosos. En la figura 1 se presenta la envolvente de más de 1.200 curvas granulométricas de este suelo.

Un perfil esquemático de este suelo podría ser el formado por un conjunto arenoso, o arena de miga, en el que se intercalan de forma err-

tica capas y/o lentejones de tosco paralelos en grandes rasgos a la superficie y, por tanto, con la misma pendiente media que ésta.

Su deposición por grandes arroyadas o mantos de agua hace que esos suelos se caractericen por una gran uniformidad en extensión, mientras que en profundidad los cambios granulométricos suelen ser bastante frecuentes.

El predominio de arena es mayor hacia el Norte, mientras que a medida que nos alejamos de la sierra las arenas se van cargando de finos, y son más frecuentes las capas y/o lentejones de tosco, llegando incluso a ser el suelo predominante. Es entonces en el tosco donde pueden encontrarse capas de arena.

También se produce un cambio de arena de miga a tosco en profundidad, pero en este caso ese cambio es brusco. Siguiendo nuevamente el eje de la Castellana lo encontramos a unos 20 m., en la plaza del Cuzco, a unos 18,5 m. en los Nuevos Ministerios y a unos 19 m. en Colón.

En condiciones naturales, la formación Pliocena aflora en casi toda la zona de su extensión.

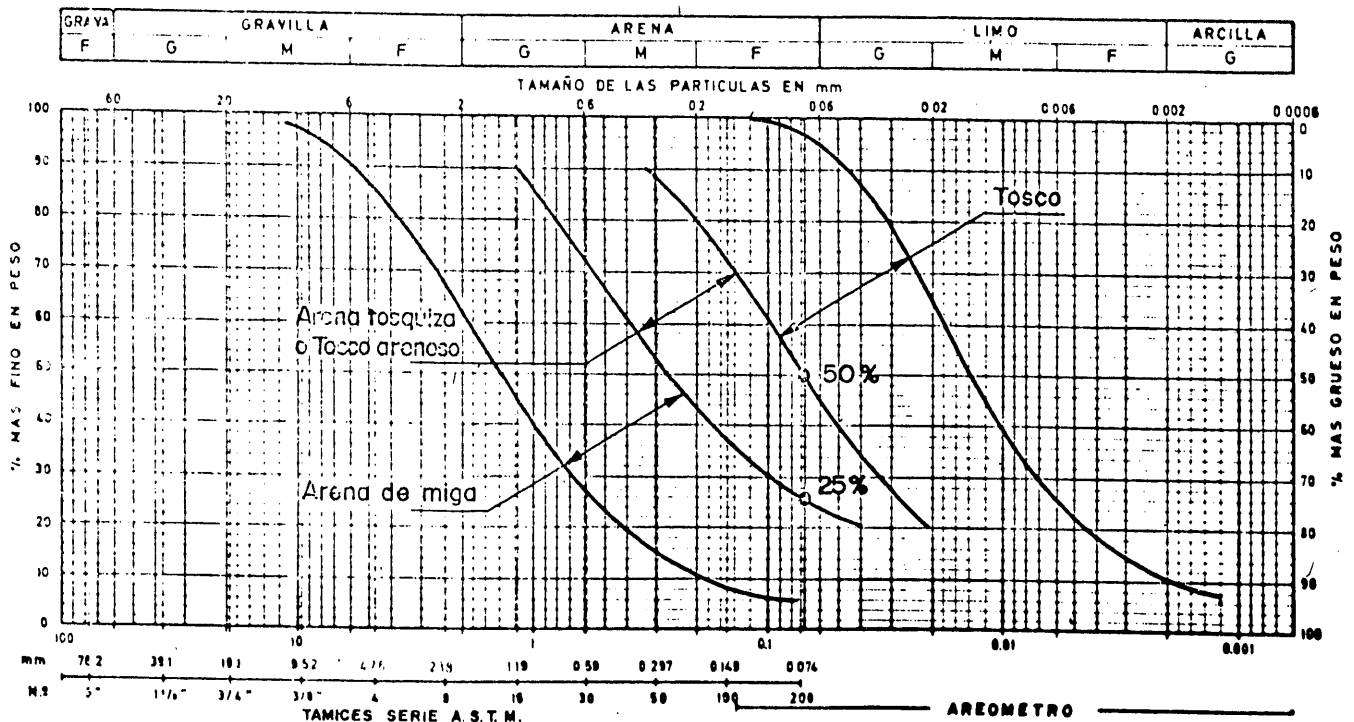


Fig. 1.—Envolvente de más de 1.200 curvas granulométricas de la formación Pliocena y límites más usuales entre las distintas denominaciones.

Sólo en las vegas de los ríos, en arroyos y barrancos aparece cubierta por depósitos recientes, en general de reducido espesor.

El agua de la que se alimentaban las antiguas captaciones de Madrid era exclusivamente recargada por la lluvia; en consecuencia, el caudal de agua que daban esas obras era directamente proporcional al nivel de agua almacenado. En el área, la topografía relativamente suave y el suelo predominantemente arenoso favorecen la infiltración del agua en el terreno. Como puede observarse, es difícil encontrar la superficie de este suelo encharcada, incluso después de fuertes lluvias.

Las capas y lentejones de tosco prácticamente impermeables detienen el agua infiltrada, por lo que ésta corre por el contacto entre esas capas y las arenas superiores; por ello, lo que encontramos en el suelo madrileño son preferentemente aguas colgadas sobre esos niveles de tosco, no un nivel freático general. Sólo en casos aislados se pueden encontrar bolsadas o, como dice T. Ardemás (5), «bexigones» de agua.

De lo anteriormente expuesto se pueden establecer algunas conclusiones respecto a las posibilidades y forma de captación de agua en estos suelos.

- El agua aflora en forma de manantiales en las laderas del valle del Manzanares y de sus arroyos y barrancos, donde esos cauces cortan las capas de tosco sobre las que hay agua.
- Cuando el agua de los manantiales escaseaba se hacían minas siguiendo el hilo de agua.
- En la meseta los pozos se profundizaban hasta alcanzar un nivel de tosco donde se encontraba agua o se presumía que se podía encontrar haciendo minas siguiendo esos niveles. Si no se llegaba a encontrar agua los pozos se profundizaban hasta otro nivel de tosco siguiendo los mismos principios.
- Los pozos por sí mismos difícilmente podían dar caudales de agua importantes, tratándose de aguas colgadas, por lo que

debían ir acompañados de minas en la mayor parte de los casos.

- Los ramales y contrarramales de minas que se hacían para la búsqueda y captación de agua debían ir apoyadas necesariamente sobre alguno de los niveles de tosco. Las galerías de conducción podían excavar sin seguir esas limitaciones.
- En principio, desde los pozos de captación se podían hacer tantos niveles de minas cuantas capas de tosco se atravesaban.
- Las minas más someras eran las primeras que se cargaban de agua con la llegada de las lluvias, pero también eran las primeras en perderla en tiempo seco.
- El predominio de aguas colgadas en el suelo, sin un nivel freático general, explica el por qué incluso pozos relativamente cercanos daban agua de distinta calidad y temperatura, o de distinto grado de contaminación. Por ejemplo, C. Prado (17) da una relación de 19 pozos investigados, en los que la temperatura del agua tomada en febrero y marzo del año 1861 variaba entre 11,3° C y 15,8° C a 19 y 18 m. de profundidad, respectivamente.

#### IV. DENSIDAD DE EXPLOTACION DEL SUBSUELO Y EXTENSION DE LOS VIAJES EN PLANTA

Este sistema de abastecimiento de agua, aunque introducido por los árabes, adquirió su mayor desarrollo en los tres siglos que median desde que Felipe II trasladó la Corte a Madrid (año 1561?) hasta el año 1858, cuando entró en servicio el canal de Isabel II.

En este período de tiempo el crecimiento demográfico de Madrid fue importante (pasó de unos 10.000 a 250.000 habitantes), obligando a un continuo desarrollo del sistema de abastecimiento de agua a la población.

Se conoce existieron del orden de medio centenar de viajes, que, unidos a muchos otros desconocidos, a las galerías que se abrían para

la búsqueda de agua sin éxito y, por tanto, abandonadas, a otras galerías igualmente abandonadas por errores de nivelación o por los desprendimientos de tierras que hacían imposible el avance, etc., suman en su conjunto, probablemente, varios cientos de kilómetros de minas. Sólo los seis viajes de agua municipales inspeccionadas por el ingeniero Gil Clemente por orden de la alcaldía, con vistas a una posible nueva puesta en servicio de los mismos (año 1911) (20), tenían una longitud de galerías de 124 km.

Algunas minas tenían tan sólo unas decenas o cientos de metros de longitud, mientras que los viajes más largos llegaban a varias decenas de kilómetros. El viaje de Alcubilla, por ejemplo, llegó a tener, después de numerosas ampliaciones, una longitud total de minas y galerías próxima a los 26 km. (32). Este viaje de agua tiene su nacimiento al Norte del pueblo de Fuencarral, y a unos 11 km. en línea recta desde la Puerta del Sol.

Además de los viajes de agua municipales existían otros muchos, de la Casa Real (Amañiel), de centros religiosos (conventos de las Descalzas Reales, de Santo Domingo, de Atocha...). Tenían pozos con galerías y hasta viajes particulares adinerados. Sólo para el abastecimiento de agua del Real Sitio de la Florida existían 16 viajes de agua (25).

Nos hemos referido a todas esas obras subterráneas construidas para la captación de agua en verbo pasado, como obras antiguas, porque hace ya más de un siglo que se construyó el último viaje de agua, quedando progresivamente fuera de servicio todos los existentes, aunque a efectos del tema de esta publicación sería más correcto hablar en verbo presente, pues ahí están todas esas obras subterráneas en el subsuelo de Madrid; así lo haremos en lo sucesivo.

La red de galerías fue intensificándose con el tiempo, hasta llegar a una situación en la que unas galerías impedían la ampliación de otras o se interferían unas con otras, llegando en casos a dejar sin agua a las más antiguas. Así, a poco de construirse el viaje del monasterio de Atocha, en el año 1623, éste dejó sin agua al viaje del Alto Abroñigal. En un Informe del 27 de julio

del año 1724: «...ocasionado de la gran sequía, y falta de agua, que ay en los viages de años a esta parte» (5), refiriéndose al viaje de la Castellana se dice:

«... y tiene gran dificultad de no poder prorrogar este viage como los demás, porque se halla en medio de dos viages de agua del Real Sitio del Buen Retiro, y sería perjudicarles mucho, si se intentara alguna prorrogación».

Para principios del siglo XIX la densidad de explotación del subsuelo alcanzó límites tan importantes que prácticamente se agotaron las posibilidades reales del propio sistema y, en consecuencia, de satisfacer las necesidades mínimas necesarias para la creciente población de Madrid.

Don Francisco Barra, comisario de Caminos y Canales (10), resume esta situación, hacia el año 1830, con las palabras siguientes:

«La experiencia ha demostrado que el recurso de abrir nuevas minas a costa de grandes gastos para aumentar el caudal de los viajes, ha concluido. Todo el terreno de los alrededores de Madrid, particularmente en los caminos de Chamartín y Fuencarral, está taladrado a derecha e izquierda con ramales de minas, de modo que no hay donde abrir otras».

La densidad de la red de galerías subterráneas es obviamente muy desigual y no siempre por razones naturales, topográficas o hidrogeológicas. La muestra del conocimiento del problema y del buen hacer que demostraron los antepasados al implantar este sistema (sistema de captación de aguas) se convirtió con los años en una explotación exhaustiva del subsuelo, alcanzándose un grado de escasa eficacia del mismo.

Igualmente llegó a sus límites la extensión de los viajes de agua en planta. Era aprovechable para este fin la parte de la cuenca hidrográfica del río Manzanares, situada en su margen izquierda y con cotas de la superficie más altas que las de la propia ciudad. Tenían que ser, asimismo, lugares relativamente próximos a Madrid, desde donde el agua se podía transportar por gravedad, bien por la superficie o por gale-

# EL ANTIGUO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE MADRID

## PLANO ESQUEMATICO DE EXTENSION DE LOS ANTIGUOS VIAJES DE AGUA

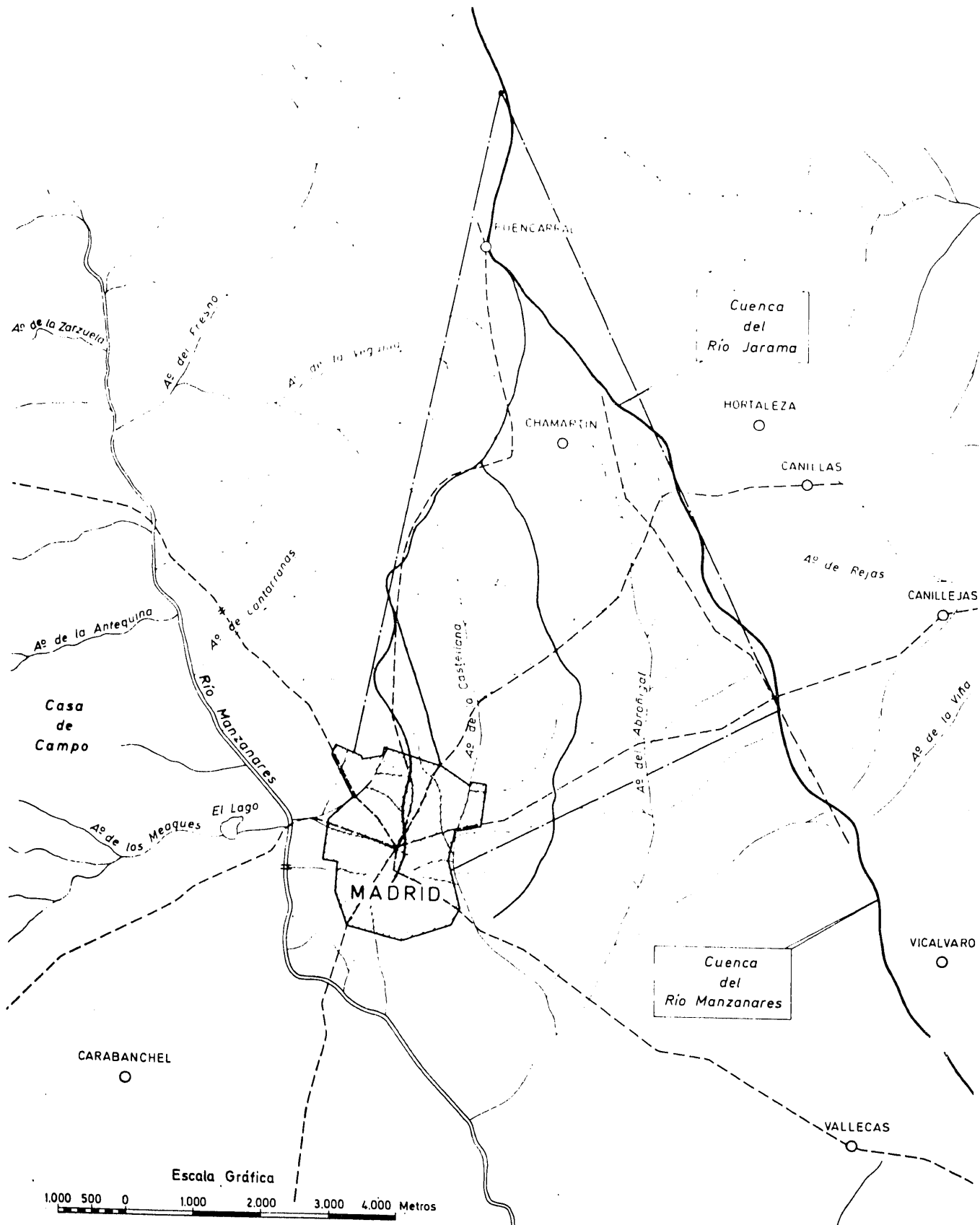


Figura 2.



## EL ANTIGUO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE MADRID

rías, hasta los puntos más altos de las inmediaciones de la población. Estos puntos eran preferentemente la Puerta de Bilbao (cota 673) y las plazas de Santa Bárbara (670) y de Cibeles (647). A su vez, los viajes no podían sobrepasar la línea divisoria entre las cuencas del Manzanares y el Jarama, ya que superada esa línea el agua infiltrada corre en dirección contraria al emplazamiento de la ciudad, así como la superficie desciende hacia el Jarama, por lo que los viajes, de prolongarse más, terminarían saliendo a la superficie.

Cumplían las condiciones anteriores preferentemente las cuencas de los arroyos del valle de la Castellana y del Abroñigal, orientados ambos en dirección aproximada de Norte a Sur, y las cabeceras de algunos arroyos y barrancos de los alrededores del pueblo de Fuencarral, como el de la Veguilla, orientados de Este a Oeste.

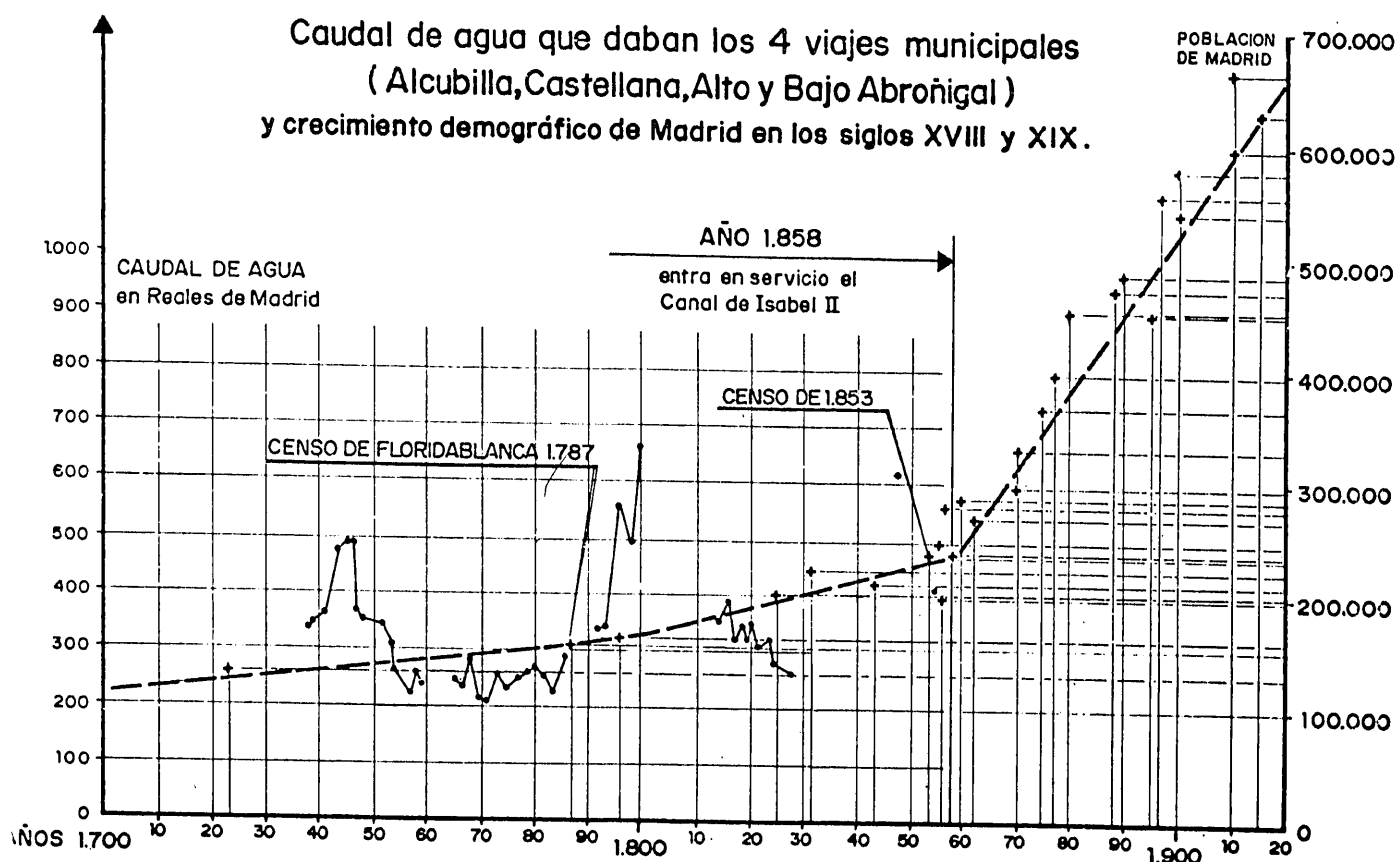
En la figura 2 se puede ver la zona de expansión de los antiguos viajes de agua, que es la

que hoy cubren aproximadamente los distritos de Chamberí, Salamanca, Tetuán, Chamartín, Fuencarral, Centro y Retiro.

Pocos viajes relacionados con el abastecimiento de Madrid se salen de la zona rayada en el plano. Uno de estos es el de la Reina, que sigue aproximadamente la carretera de El Pardo, y que es el último viaje que se construyó (año 1855), cuando ya existían máquinas de vapor y se podía elevar el agua. Otro de estos viajes es el de la Fuente del Berro, de agua muy conocida y apreciada en Madrid en aquellos años, pero que la traían los aguadores.

Existían numerosas captaciones de agua de este tipo en otros pueblos de los alrededores de Madrid (Chamartín, Canillas, Hortaleza), pero para su propio abastecimiento.

Resumiendo esta situación, se puede decir que Madrid, que hasta mediados del siglo XVI fue una villa agrícola floreciente, en la segunda



**NOTA:**

1 Real  $\approx$  325 m<sup>3</sup> / día

Figura 3.

mitad del siglo XVIII y principios del XIX llegó con el abastecimiento de agua a una situación tan difícil, y en años de sequía hasta angustiada, que hasta se llegó a cuestionar su capitalidad. Fermín Caballero, alcalde de Madrid, escribe hacia el año 1840 (12):

«... o Madrid logra traer un caudal considerable de agua que la eleve a pueblo ameno y fabril, o pierde su importancia política y se despuebla; tal es mi convicción».

Es significativo en este aspecto el gráfico de la figura 3, en el que se compara el crecimiento demográfico de Madrid en los siglos XVIII y XIX, con el caudal de agua que daban los cuatro viajes municipales entre los años 1699 y 1828, según el ingeniero Barra. Se añaden, asimismo, algunos datos posteriores.

Como se puede ver, el caudal de agua de estos viajes entre los años sesenta-ochenta del siglo XVIII era sensiblemente el mismo que el de los años veinte del siguiente siglo, a pesar del enorme esfuerzo que se hizo en la ampliación de esos viajes. El de la Alcubilla, por ejemplo, que según Aznar Polanco en el año 1727 tenía su nacimiento en la dehesa de Chamartín, llegó con todas sus ampliaciones hasta las inmediaciones de la Ermita de Nuestra Señora de Valverde, al Norte de Fuencarral.

De ese mismo gráfico se desprende el enorme obstáculo que supuso la falta de agua para el desarrollo de Madrid como capital del Estado. A partir del año 1858, cuando llegó el agua del Lozoya, el crecimiento medio de la población fue, aproximadamente, cinco veces mayor que durante el siglo anterior a esa fecha.

La causa principal de la desesperada situación fue, junto con las limitaciones del propio sistema de abastecimiento de agua y el crecimiento demográfico, el desastre ecológico que supuso para la región el rápido y desordenado crecimiento de Madrid, aprovechando su frondosa vegetación forestal para la construcción, desertizando con ello la zona. Los problemas ecológicos, de tanta actualidad en el mundo en nuestros días, fueron para Madrid una realidad hace ya siglos.

Mesonero Romanos, ilustre cronista de Madrid, describe esa situación con las palabras

siguientes:

«... a la verdad que al tender la vista por la árida campiña que rodea hoy á Madrid (año 1861), se creería con dificultad que estas mismas lomas, áridas hoy y descarnadas, fueron en otro tiempo célebres por su feracidad y hermosura. Sin embargo, los testimonios que de ello tenemos son irrecusables».

y sigue el mismo autor:

«Pero el establecimiento de la córte que debía ser para esta comarca la señal de una nueva vida, solo fué de destrucción y estrago. Sus árboles, arrasados por el hacha destructora, pasaron á formar los inmensos palacios y caseríos de la córte... Desterrada la humedad que atraían con sus frondosas copas para filtrarla despues en la tierra, dejaron ejercer despues su influjo á los rayos de un sol abrasador, que secando mas y mas aquellas fuentes perennes, convirtieron en desnudos arenales las que antes eran fértiles campiñas. De aquí la falta de aguas en Madrid, de aquí la miseria y triste aspecto de su comarca, y de aquí finalmente el destemple actual de su clima».

### V. ALGUNOS DATOS TÉCNICOS DE INTERÉS SOBRE LOS VIAJES DE AGUA

*Profundidad de los viajes.*—Si tomamos como referencia los lugares más conocidos de captación de agua, alrededores de Fuencarral y Chamartín, su elevación sobre los puntos de repartición de agua a la entrada de la villa (la plaza de Santa Bárbara y la Glorieta de Bilbao) es del orden de los 40 a 50 m. Para que el agua llegase por gravedad a esos puntos con una pendiente mínima de las galerías que la transportaban los pozos de captación de agua no deberían tener profundidades mayores del orden de los 30 m.

Por otra parte, esa profundidad no debería ser, en un principio, mayor que la del contacto que marca la transición de la arena de miga al tosco, a partir del cual las posibilidades de encontrar agua eran considerablemente menores

## EL ANTIGUO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE MADRID

que en los estratos superiores. Aparentemente, ese criterio de profundidades se cumple en los viajes y, en particular, en los ramales y contraramales que se hacían para la búsqueda y captación del agua y que con frecuencia siguen los arroyos y vaguadas, o sea, las partes bajas del relieve local.

Las galerías de conducción de esos mismos viajes en su camino hacia la villa pueden tener una profundidad notablemente mayor (de ~ 30 m.) en los lugares donde pasan por debajo de los puntos más altos de la superficie. La profundidad más usual de los viajes, sin embargo, parece ser no mayor de los 10 a 15 m. Todo lo anterior se refiere exclusivamente a los viajes. Cuando en las publicaciones que hacen referencia a este tema se mencionan los pozos y norias de la propia villa y sus alrededores se señalan profundidades considerablemente mayores que las antes indicadas.

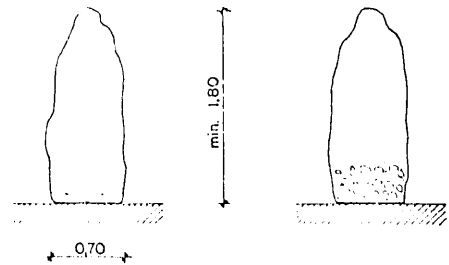
Así, C. Prado (17) da una relación de 19 pozos y norias que investigó en el año 1861, y cuyas profundidades oscilaban entre los 10 y 36 m. Los más profundos estaban en la calle de La Habana (actual Luchana) y el Observatorio, con 31 m., y en la puerta de Santa Bárbara, con 36 m.

Por su parte, Hauser (19) dice que, según datos facilitados por la Dirección Facultativa de Jardines y Plantíos, de Madrid, la profundidad que alcanzan algunos pozos era de hasta 45 m., el del Campo de Guardias de Chamberí (zona del actual depósito de agua, en la calle Santa Engracia), y de 74 m. el del Parque de Madrid, noria de la Magdalena. No podemos precisar a qué parque se refiere. Sin embargo, en la bibliografía no hemos encontrado ningún caso en el que se mencione la existencia de minas a profundidades tan importantes. La razón de la existencia de dichos pozos tan profundos podría ser el intento de buscar agua dentro del Tosco o para el almacenamiento de agua.

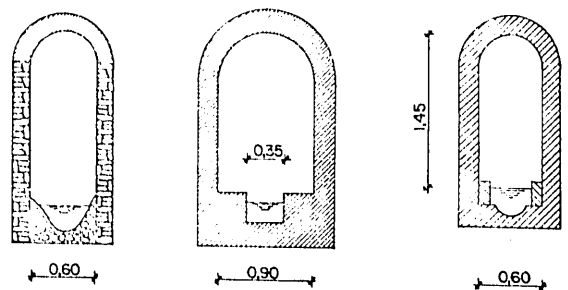
**Las minas y galerías.**—Asegurada la existencia de agua en un paraje y a una profundidad determinados se hacía una nivelación para comprobar si ese agua podía llegar por su propio pie hasta el arca principal, situada en alguna de las entradas a Madrid.

Las minas, según Ardemans, se abrían por tramos de pozo a pozo, de siete pies de alto por tres de ancho (1,95 X 0,84 m.). Al irse abriendo las minas se reconocía si el terreno era bueno o «feble». Si era bueno no necesitaba de revestimiento y si era «feble» era preciso revestirla con bóveda de albañilería de rosca y dos pies (0,56 m.) derechos, dándoles a estos sus gruesos correspondientes para fortificar el terreno y para que cargue la bóveda.

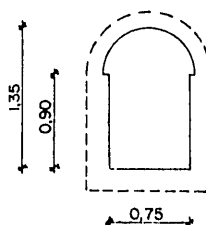
En el subsuelo de Madrid se encuentran minas y galerías muy variadas, según su edad, sección, tipo de revestimiento, etc. En la figura 4 se presentan algunas de ellas, observadas por nosotros y tomadas de distintas publicaciones. La sección transversal probablemente más fre-



Sección posiblemente típica de las minas de captación de agua, sin y con lecho de grava.



Sección de algunas galerías de conducción.



Galería encontrada al derribar un edificio en el Paseo de Recoletos.

Fig. 4.—Algunos tipos de minas y galerías.

cuenta de mina es la que llaman los poceros «a lomo de caballo» (25).

Lógicamente, dentro de la villa las minas se revestían con mayor frecuencia que fuera; los ramales y contrarramales de captación se dejaban, dentro de lo posible, sin revestir para facilitar la entrada del agua. Las galerías principales de los viajes, por el contrario, se hacían con revestimiento. Puede decirse que la ciudad siempre ha crecido hacia el Norte y el Este sobre terreno minado.

Gil Clemente (20), refiriéndose a los viajes municipales que investigó, con una longitud de minas de 124 km., dice:

«... se conducen las aguas al descubierto por el interior de minas visitables en 70 km.; de estas minas, un 14 por 100 están sin revestimiento protector de clase alguna, un 29 por 100 están constituidas por minas revestidas con fábrica de ladrillo con mortero de cal, que por la índole de la construcción, por su emplazamiento y por el tiempo, constituyen revestimientos permeables...».

Oliver Asín (25) dice sobre uno de los viajes que visitó:

«En los trechos que de estos viajes he recorrido, por ejemplo, en el que, perteneciendo al Bajo Abroñigal, va desde la plaza de Colón a la calle Serrano, he podido medir galerías de unos 90 cm. de anchura y de 1,90 m. más o menos de altura, unas revestidas en arco de bóveda y otras sin revestimiento, en forma estas últimas de «lomo de caballo».

*Los pozos y otras obras relacionadas con los viajes.*—A todas las conducciones se descende por pozos de registro revestidos (foto 1), que son los menos, y por pozos sin revestir (casarones). Leemos, asimismo, en un documento de principios del siglo XVII:

«... pozo guarnecido de abajo arriba porque ha de ser de visita, haciendo a cada lado de sus minas una vara de alcantarilla...» «... y los que no se guarnezcan se hacen sus dos varas de alcantarilla para que recinen las bocas-minas que es por donde empiezan los daños de los hundimientos».

Pero mientras los pozos de registro se hacían con una separación de unos 50 a 100 m. (hemos podido medir una separación de 85 m. en uno de los pocos o, quizá, único ramal que queda intacto) el número de pozos que se hacían para la excavación de una mina era considerablemente mayor. De los casos concretos que se dan más adelante se puede deducir que éstos se excavaban a distancias de tan sólo 15 m., independientemente de la profundidad de los mismos, que podía ser de unos 25 m. e incluso mayor.

De lo anterior se deduce que de todos los pozos que se hacían para la excavación de un viaje sólo una pequeña parte de éstos se dejaba como pozos de registro, mientras que los demás se cegaban.

Los viajes, además de los pozos, minas y galerías, estaban constituidos por otras varias obras. Así, en cada pozo se hacía un arca para el «descanso» del agua, como dice Ardemans, aunque nunca a plomo con el pozo, sino de un lado de éste. Gil Clemente habla de pequeños embalses en gran número para corregir algunas deficiencias de nivelación. Pero entre estas obras complementarias de los viajes llaman la atención los aljibes o cisternas para conservar el agua. Dice Ardemans sobre esas obras subterráneas que:

«... su cabida se le dará, según la porción de agua que se necesite para cada año, de enero a enero».



Foto. 1.—Capiroite de granito que cubre uno de los tres pozos de registro y ventilación que aún podemos observar al Norte de Fuencarral. Estos pozos deben pertenecer a algún ramal del viaje de la Alcubilla. El orificio es para la ventilación. En uno de estos pozos medimos 14 m. de profundidad.

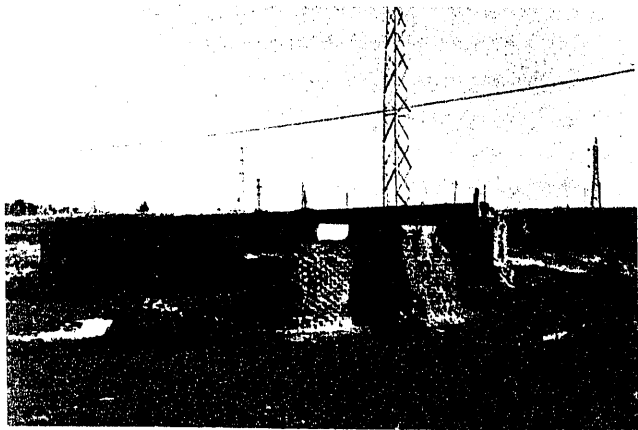


Foto 2.—Restos de una noria junto a la ermita de Nuestra Señora de Valverde, en la carretera de Colmenar Viejo.

Las norias se disponían preferentemente en huertas y jardines. Para ellas se hacían pozos de  $14 \times 5,5$  pies en planta ( $3,91 \times 1,53$  m.), para poder alojar la rueda de arcaduces de 12 pies de diámetro (3,35 m.). En los alrededores del Norte de Madrid aún se pueden observar restos de alguna de esas norias (foto 2).

### VI. ESTADO ACTUAL DE LOS VIAJES DE AGUA

«Mas que mediano, malo, muy malo, es el estado actual de las conducciones que nos ocupan. Teniendo presente el origen de su construcción y que la conservación ha sido nula, o casi nula, por falta de personal y de elementos, no es de extrañar tal situación...» «... dado el estado actual de las conducciones, causa hasta sorpresa el que lleguen las aguas a los puntos de suministro».

Estas líneas escritas por el ingeniero Gil Clemente en el año 1911, después de una minuciosa inspección de los viajes municipales, no pueden ser más esclarecedoras.

En los casi tres cuartos de siglo transcurridos desde esa última fecha, la situación sólo ha podido cambiar a peor, por dos razones fundamentales:

Primero, por el deterioro natural de esas obras con el paso del tiempo. Los pozos y minas que se dejaron sin revestir deben ser en este orden de cosas los más afectados. Pero in-

cluso el revestimiento de esas obras, hecho de fábrica de ladrillo y mortero de cal, puede resultar afectado. En particular, las raíces de los árboles siguiendo la humedad penetran en las galerías, obstruyéndolas y destruyendo su revestimiento.

Segunda, por la intervención del hombre con sus obras de urbanización. Los ramales y contraramales de las minas de captación de agua se hacían preferentemente siguiendo las cotas bajas del relieve local, por lo que al urbanizar esas zonas las mismas quedan bajo importantes espesores de relleno, de hasta 20 m. y aún mayores, por lo que pueden producirse hundimientos. Normalmente, cuando se encuentran esas obras subterráneas con las nuevas obras las primeras se cortan y taponan indiscriminadamente, causando con ello, a veces, serios problemas. El considerable mayor consumo de agua por la población y la industria (en el último siglo ha aumentado en cerca de 50 veces) conduce a mayores pérdidas de agua en el terreno, lo cual, unido a que las nuevas obras cortan o desvían los caminos naturales de filtración, conlleva, en casos, a que se produzcan hundimientos en minas y pozos que se mantuvieron estables durante siglos.

En todo caso no debe entenderse que el mal estado de conservación de los viajes de agua proviene desde que los mismos se empezaron a abandonar con la llegada a Madrid del agua del Lozoya; del estudio de numerosos documentos del Archivo de la Villa se puede deducir que la preocupación por el mal estado de conservación de los viajes era constante. Hundimientos en las minas se producían tanto durante su excavación como durante los años de explotación de estas obras. Son numerosos los casos en los que un determinado tramo de mina se da por perdido por no poder pasar o que cesó la excavación por grandes hundimientos.

La mala conservación de los viajes, incluso en los años que seguían a su construcción, se refleja en el hecho de que cuando surgían problemas estos se ponían de manifiesto al quedarse las fuentes sin agua, o porque los hundimientos del terreno en las minas alcanzaban la superficie afectando a la vía pública y/o las construcciones. Uno de estos casos se describe

en un documento del año 1623 ya mencionado, en el que se habla de los trabajos de reparación que se hicieron en la Fuente de Leganitos, al quedar ésta sin agua y de las nuevas minas que se abrieron para aumentar su caudal.

Finalmente, el mal estado de conservación de estas obras subterráneas lo podemos ver al realizar las obras actuales. Más adelante se describen algunos de esos casos.

### VII. LOS VIAJES DE AGUA Y SU INFLUENCIA EN LA VÍA PÚBLICA Y LAS CONSTRUCCIONES EN SERVICIO

Todo este laberinto de obras subterráneas antiguas, relacionadas con la captación de agua del subsuelo: minas, galerías, arquetas, pozos, norias..., que existen en el subsuelo de Madrid, en su mayor parte desconocidas, todas ellas en un estado de abandono total y, en gran parte, en ruina, necesariamente influyen de forma negativa en la vida de la ciudad. De hecho, nos enfrentamos con un verdadero lastre de la ciudad provocado por la actividad del hombre en tiempos pasados.

Hay que insistir, ante todo, una vez más, en que este mal que padece la ciudad no es sólo de nuestros días, ya que ha sido tema de preocupación del municipio y particulares durante siglos, aunque poco se hizo, ni al parecer se hace, no sólo para su resolución —tarea harto difícil—, sino ni tan siquiera para paliar sus efectos.

Son numerosos los documentos de archivo y publicaciones que hacen referencia a la influencia de los antiguos viajes de agua en la vía pública. Nos limitaremos a citar a Adermans (5), arquitecto, maestro mayor de las fuentes, por la obra maestra que dedicó a los viajes. Este autor escribe en el año 1724:

«En dos maneras se experimentan ordinariamente los hundimientos en las calles la una, es por haber el vecino penetrado el terreno; la otra, porque habiendo mina antigua de Madrid hecha en tiempo que la ocuparon los moros...» «... y por lo minado del terreno continuamente hay pleitos, así entre vecinos como con Madrid...».

Actualmente parece que con frecuencia nos olvidamos de este problema, aunque de hecho nos enfrentamos con el mismo de una u otra forma, probablemente con mayor frecuencia que en otros tiempos, ya que la ciudad ha crecido hacia la zona afectada por los viajes.

Al hablar de este tema es obligado el análisis, aunque sea somero, de los sobradamente conocidos en Madrid socavones, que tantos problemas causan a la ciudad, pues a nuestro entender una de las causas principales de estos socavones son los antiguos viajes de agua.

La importancia de los socavones en la vida madrileña y los problemas técnicos y gastos económicos que ocasionan se pueden deducir, aunque sea de forma indirecta, de la información publicada en la prensa local. Así, sólo en el año 1975 se produjeron en Madrid 75 grandes socavones y más de 150 pequeños. Los técnicos municipales califican como grandes los socavones que afectan a una superficie de 30 o más metros cuadrados y los de profundidad de tres o más metros.

La dependencia de los socavones de los antiguos viajes se deduce en primer lugar de las palabras anteriores de T. Ardemans.

Pero, por lo general, cualquier obra subterránea falta de estanqueidad, galerías, pozos, sótanos, etc., en presencia de agua en el suelo puede producir un cierto efecto drenante, y con ello el arrastre de partículas de terreno o su erosión. Entre estas obras subterráneas, los viajes y, en general, todas las obras antiguas relacionadas con la captación de agua son particularmente propicias para ello.

¿Cómo puede una obra subterránea provocar un socavón?

En un suelo netamente arenoso la erosión provocada por una obra subterránea cualquiera conduciría a la formación sobre la misma de un cono de suelo alterado (figura 5 a). Con el tiempo ese cono alcanzará la superficie del terreno en la que se formará una depresión. El proceso en este caso es continuo, sin desprendimientos bruscos, y la zona afectada será tanto mayor cuanto más profunda se encuentre la obra que produce esa erosión. Cuando en la arena se encuentran intercaladas capas de suelo

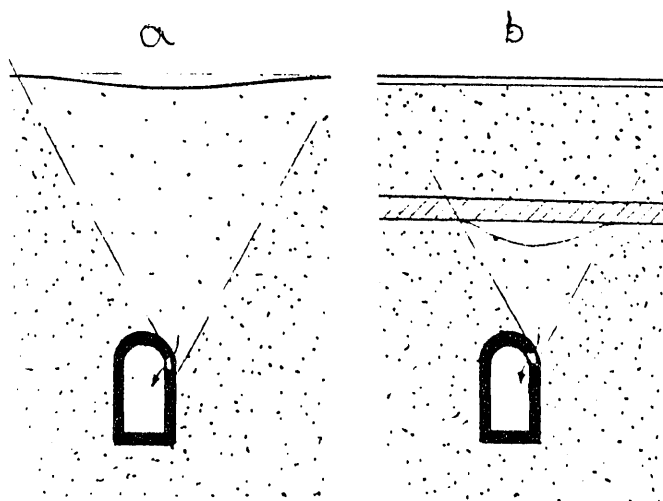


Figura 5.—Falta de estanqueidad de las obras subterráneas como causa de la formación de socavones.

cohesivo de elevada consistencia o incluso algo comentado, como es el caso de los niveles de tosco dentro de la formación Pliocena, y alguno de esos niveles está sobre la zona de erosión, el mismo servirá de techo bajo el cual se irá formando una cavidad (figura 5 b) cada vez mayor, hasta que se produce un hundimiento brusco.

Lo mismo sucede con el pavimento de las calles. Este, dada su rigidez, no puede seguir las deformaciones de la superficie del terreno, por lo que bajo el mismo se va formando una cavidad cada vez mayor, hasta que alcanza unas dimensiones tales que el pavimento se hunde por su propio peso o ayudado por alguna carga exterior.

En resumen, para que se forme un socavón por esta causa deben coincidir una serie de circunstancias: existir una excavación u obra subterránea falta de estanqueidad, que haya agua en el terreno, bien sea de infiltración o procedente e fugas de alguna conducción y que exista alguna capa superior de tosco y/o esté pavimentada la superficie (foto 3).

En el caso del socavón que se produjo en el año 1952 en la glorieta de Carlos V, la obra subterránea que lo provocó fue el túnel de enlaces ferroviarios que pasa en esa zona por debajo de una importante arteria del Canal de Isabel II y de dos colectores más. Hacia el túnel fluyeron 2.500 m<sup>3</sup> de tierra, provocando la rotura de la conducción de agua y de los colectores, así como el hundimiento del pavimento. En este

caso concreto la causa del socavón fue patente, ya que quedó el túnel de enlaces ferroviarios cortado por las tierras, pero en muchos otros casos, ante la dificultad de investigación del subsuelo y, principalmente, de localización de posibles obras desconocidas, las causas del socavón se atribuyen al hecho externo más a la vista o espectacular: la rotura de una tubería de agua u otro daño.

En relación con la formación de los socavones en el suelo madrileño merecen especial atención las conducciones de agua enterradas, pues estimamos que se especula con excesiva frecuencia con ellas como causa de casi todos los males.

Al leer en la prensa local sobre el socavón que se ha producido en una determinada calle es algo casi habitual atribuir lo sucedido a la rotura de alguna tubería de agua. Estos son los casos de los grandes socavones de la calle Palafox (noviembre de 1974), de la calle Gaztambide (mayo de 1975), de la calle León (abril de 1976), de la plaza de Las Descalzas (diciembre de 1977) y de muchos otros.

Parece que en este tema con cierta frecuencia confundimos la causa y la consecuencia. De cualquier tubería de agua enterrada se pueden producir fugas por rotura de la misma, por falta de estanqueidad de sus juntas o por envejecimiento. En el suelo madrileño hay decenas de

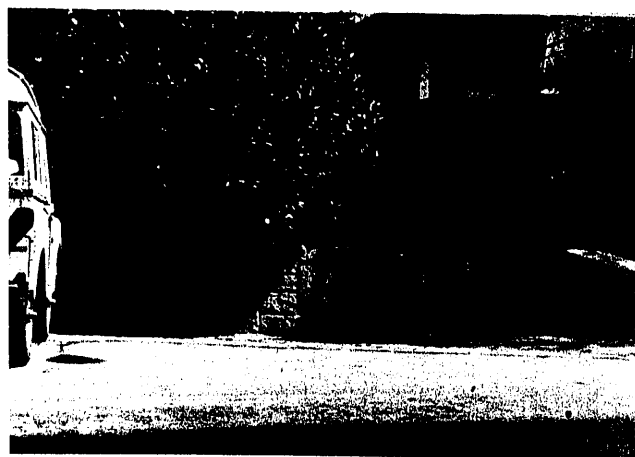


Foto 3.—Vista tomada recientemente en una de las calles de Madrid. Síntomas de que en el subsuelo se puede estar formando un socavón: ligero hundimiento de la superficie en el que queda estancada el agua y asiento del muro de contención con «arco» de descarga.

kilómetros de tubería centenarias en servicio. Pero mientras el agua que se pierde en el suelo no encuentre salida en alguna cavidad u obra subterránea, y con ello no se produzca una erosión interna del suelo, esas pérdidas de agua no conducirán normalmente a la formación de socavones. En sentido estricto, la palabra socavar quiere decir excavar por debajo de alguna cosa dejándola en falso. En consecuencia, entendemos que las fugas de agua de conducciones pueden conducir a la formación de socavones en las condiciones concretas antes señaladas, si bien esos mismos socavones se pueden formar por filtraciones de agua de otro tipo, ajenas totalmente a las conducciones. Algunos de estos casos pueden ser los siguientes: el aumento prácticamente inevitable del caudal de agua que circula en el subsuelo al urbanizar una zona por las pérdidas de la red de saneamiento cada vez mayores (Madrid recibe diariamente 1,2 millones de metros cúbicos de agua de otras cuencas hidrográficas), la desviación con las nuevas obras de las corrientes de filtración...

En los casos anteriores las antiguas galerías de captación y conducción de agua que se mantuvieron estables durante siglos, incluso sin revestimiento, al recibir esos mayores caudales de agua pueden perder su estabilidad; si se produce un socavón la posible rotura de una conducción de agua sería consecuencia del mismo, no la causa. Recordemos que la red madrileña de conducciones subterráneas de agua tiene una longitud total del orden de los 3.500 km., y prácticamente todas las calles tienen su conducción, por lo que no debe de extrañar el hecho de que los socavones casi siempre coincidan con alguna tubería enterrada.

Las antiguas obras de captación de agua resultan, además, particularmente peligrosas para la formación de los socavones, porque como norma general son más profundas que la mayor parte de las conducciones de agua y saneamiento enterradas no visitables. Por esto resulta en particular poco convincentes los casos de socavones de importante profundidad, que se atribuyen a la rotura de alguna conducción poco profunda de agua. El gran socavón que se produjo en la calle General Orgaz, en marzo del año 1983, según información facilitada por el propio Canal de Isabel II, fue originado por una fuga de

agua en la cercana calle Infanta Mercedes. El socavón alcanzó una profundidad de 12 m., quedando enterrados en él dos vehículos y un árbol del que sólo asomaba la copa. Entendemos que hay motivos razonables para poner en duda la explicación general que se dio a este caso. Suponiendo que se refieren a fugas de agua de una tubería enterrada, parece poco probable que las mismas tuvieran una profundidad superior o igual a la del socavón y que, por tanto, lo hubiera podido provocar. Las conducciones tan profundas se realizan normalmente en galerías.

En este supuesto, cabe la posibilidad de que la causa del socavón pudiera haber sido alguna obra subterránea antigua y desconocida, como, por ejemplo, algún ramal o contrarramal de un viaje de agua. Los alrededores de la actual calle Infanta Mercedes constituyen una de las zonas conocidas por la abundancia de esas obras, como toda la cabecera o zona alta del arroyo de la Castellana.

En cuanto a las construcciones en servicio, la influencia puede ser exactamente la misma que la del caso anterior de la vía pública. Sin embargo, los problemas de deformaciones y daños en construcciones por fallos del suelo de cimentación debido a los antiguos viajes de agua es considerablemente menos conocido, incluso para los especialistas de la construcción. Esta situación se debe a distintas razones:

1. Los problemas de los edificios de la ciudad, en su mayor parte propiedad privada, se resuelven en privado y no trascienden. Nadie se ocupa de llevar un registro de esos casos, ni de contabilizar los costes de las reparaciones, al contrario que con los socavones, los cuales, además de estar a la vista y causar trastornos a los habitantes, necesitan de dinero público, son noticia en las páginas de los periódicos y se recogen en los discursos políticos e informes de los técnicos municipales.
2. Cuando surgen problemas en una construcción se buscan soluciones a los mismos, con frecuencia sin investigar las causas de lo sucedido. El caso del barrio de Salamanca que se expone más adelante es típico en este sentido.



3. La alteración del suelo de cimentación bajo una construcción se pone de manifiesto considerablemente antes que bajo el pavimento de una calle, por lo que se toman las medidas oportunas antes de que el caso alcance la espectacularidad de un socavón.

Por todo lo antes indicado, resulta difícil hasta tener conocimiento de los problemas en construcciones, supuestamente debidos a posibles obras subterráneas y hacer un análisis de los mismos.

Mencionaremos sólo un caso que pudimos observar recientemente. Un número determinado de edificios de una misma manzana del barrio de Salamanca, según nuestra información por lo menos siete, sufrieron daños de distinta consideración por fallo del suelo de cimentación.

El problema viene, en algunos casos, desde que se empezó a edificar esa manzana en los años cuarenta y continuaba en nuestros días. El único edificio entre los dañados que pudimos investigar con más detalle tiene una cimentación mediante pozos de hasta 11 m. de profundidad.

Cada uno de esos casos se resolvió por separado, en diferentes años y de forma distinta; recalces con pilotes o micropilotes en unos, inyecciones en otros. Pero en ninguno de ellos, según nuestros datos, se investigó la causa de lo que estaba sucediendo, aunque parece muy probable y hasta lógico que fuera común para todos los casos. Ninguno de los edificios que forman las manzanas vecinas, en general iguales por su antigüedad, altura, tipo de construcción..., tuvo aparentemente problemas de cimentación.

La hipótesis de una obra subterránea desconocida podría, entendemos, explicar perfectamente este caso. Casualmente, en uno de los escasos planos de los antiguos viajes encontramos que uno de ellos pasa por debajo de la manzana de edificios antes señalada.

### VIII. LOS VIAJES DE AGUA Y SU INFLUENCIA EN LA NUEVA CONSTRUCCION

Es frecuente que los técnicos encargados de

las obras, con una cierta experiencia de trabajos en Madrid, se hayan encontrado con mayor o menor fortuna con algunas de estas obras subterráneas o su influencia.

En el mejor de los casos estas obras desconocidas se detectan al efectuar las excavaciones, y las mismas no tienen mayor trascendencia. Esto sucede con frecuencia al realizar grandes complejos urbanísticos y en obras de una cierta importancia, en los que las excavaciones alcanzan grandes profundidades, de hasta 20 m., por ejemplo, los casos de AZCA, Ministerios de Industria y Comercio, algunos grandes almacenes, etcétera. Incluso en los casos en que al efectuar el vaciado de un solar se descubre alguna mina no se puede afirmar que a mayores profundidades no puedan existir otras. En este aspecto es representativo el caso que pudimos observar hace unos meses.

Se efectuó el vaciado de un solar de considerables dimensiones en planta y profundidad máxima de unos 16 m., cortándose una mina. Al proceder a la ejecución de las zapatas bajo una de ellas se descubrió un pozo que comunicaba con otra galería, a unos cuatro m. de profundidad. En la inspección efectuada se observó que dicha galería, en parte revestida y en parte sin revestir y en la que los hundimientos de la bóveda impidieron su seguimiento, atravesaba todo el solar.

Por suerte, esas obras antiguas se encontraron recién iniciada la cimentación, por lo que se pudieron tomar a tiempo las medidas correctoras oportunas. Curiosamente, en este caso se advirtió la posibilidad de que se llegara a encontrar alguna de esas antiguas minas, ya que por las proximidades del solar en cuestión pasa uno de los viajes de agua relativamente bien conocidos, sin que la advertencia se tuviera en cuenta.

Las situaciones más comprometidas se producen, por el contrario, cuando las posibles antiguas obras subterráneas se detectan en una obra en estado avanzado de construcción o incluso después de ponerla en servicio, cuando se encuentran por debajo del plano de arranque de los cimientos.

Esto sucedió, por ejemplo, durante la construcción del Banco Exterior de España, en la Carrera de San Jerónimo. Estando la obra a punto de

finalizar, se detectaron cavidades o galerías desconocidas por debajo del plano de apoyo de los cimientos. Se tomó la decisión de hacer una inyección de relleno de esas cavidades (27).

Es en cierto modo significativo el hecho de que la preocupación por este tema al acometer una nueva obra viene en función de la suerte que ha tenido cada técnico con este problema en obras anteriores. Los más sensibilizados con el mismo son, como es lógico, los técnicos encargados de las obras que mayores traspiés han sufrido.

Hay que reconocer el estado de incertidumbre y hasta de inseguridad que se crea en estos casos, incluso cuando el técnico de una obra, consciente del problema, pone la mayor atención en el mismo. La detección de posibles obras subterráneas desconocidas es muy difícil, por no decir imposible. El reconocimiento habitual del terreno mediante sondeos puede detectar una cavidad sólo por casualidad, si alguna de las perforaciones llega a atravesar la misma. Existen otras técnicas más sofisticadas, de conductividad eléctrica y de radio ondas, pero en zonas urbanas y para las profundidades que interesan en este caso no han dado, por el momento, resultados satisfactorios.

Al edificar en la zona de ocupación de los antiguos viajes de agua, sobre todo en los lugares de mayor concentración de estas obras, cuanto más superficial sea el plano de apoyo de los cimientos de la nueva construcción mayor será la duda sobre la posible existencia de antiguas galerías por debajo de ellos.

Lo poco que se puede hacer con relación a este problema consiste en: Primero, recabar información en los archivos y servicios municipales para ver si alguno de los viajes conocidos puede afectar al solar de interés. Segundo, efectuar las excavaciones con cuidado, con el fin de detectar posibles pozos o pozos sin revestir, enterrados. Si se descubren, lo más probable es que estos pozos comuniquen con galerías, y si una excavación no los descubre hasta el fondo pueden quedar galerías bajo el plano de apoyo de los cimientos. También puede ayudar en este problema el conocimiento de las técnicas de construcción de los viajes de agua que se utilizaban en la antigüedad. Así, por ejemplo, como

ya se dijo, los ramales y contrarramales de minas de captación de agua se orientaban en planta preferentemente siguiendo la dirección de los arroyos y barrancos y ligeramente desplazados de su eje. Esto significa que en las calles que siguen la dirección de antiguos arroyos es mayor la probabilidad de encontrar antiguas galerías.

En los casos de nueva construcción, sin sótanos, o con un número reducido de sótanos, en los que hay razones para sospechar la existencia de antiguas galerías, puede ser recomendable una cimentación profunda aún cuando el suelo natural de la zona, la arena de miga y/o el tosco sean lo suficiente buenos para permitir una cimentación superficial.

Tratando de evitar la impresión de una exposición exagerada del tema se describe a continuación un caso concreto acaecido en Madrid a principios de siglo. Probablemente sea uno de los casos más graves que se puedan dar, pero no necesariamente el único.

El doctor Hauser, en el año 1902 (19), reproduce el caso publicado en el periódico «La Correspondencia de España»:

«... la solera de un depósito, todavía en vías de construcción, presentaba ya desperfectos tan grandes, que necesitarán trabajos de gran consideración y de mucho tiempo para su consolidación; pues se ha descubierto la existencia de nada menos que 50 pozos de 23 a 25 metros de profundidad comunicando en su fondo con galerías pertenecientes a los antiguos viajes que sirven aún para el abastecimiento del vecindario de Madrid».

«En cuanto a las causas que han puesto de manifiesto esta serie de pozos y galerías, éstas son debidas a la circunstancia de haber quedado la excavación del terreno destinado al depósito expuesta a la intemperie durante cinco años, recogiendo mucha agua en tiempo de lluvia, y dada la permeabilidad del terreno diluvial, se produjeron en él filtraciones sucesivas, con preferencia en los sitios de los antiguos pozos, que se habían rellenado en su tiempo con la misma tierra, pero sin ser consolidada ni

apisonada, formándose gradualmente depresiones por arriba y desprendimientos por debajo, hacia la galería subterránea y acabando por originar simas profundas y poner a la vista la comunicación de pozos con las galerías».

«... inmensas cavernas producidas por los desprendimientos del techo de las galerías. Algunas de ellas, visitadas por el autor de la denuncia, alcanzaban 15 m. de altura».

Dice a continuación el autor:

«La denuncia, por grave que haya sido, no hubiera bastado para producir una honda emoción en la opinión pública, si no hubiera sido por una catástrofe ocurrida un mes después de la denuncia, por un hundimiento en un terreno próximo al depósito».

Esta segunda catástrofe se supone fue debida igualmente al hundimiento de alguna galería de los antiguos viajes que minan el subsuelo de la zona.

Como resultado hubo que realizar costosísimas obras de consolidación del terreno y el depósito de agua tan necesario para Madrid tardó en construirse más de diez años. Al menos en el plano de Madrid de Núñez Granés, de octubre del año 1910, se indica que ese depósito aún estaba en construcción.

Parece conveniente hacer algunas observaciones a la exposición del caso anterior.

1. No es correcto que la causa de lo sucedido fuese debida a la circunstancia de haber quedado la excavación expuesta a la intemperie durante cinco años. La causa fue debida a la existencia en el subsuelo de estas obras desconocidas y su pésimo estado de conservación, a pesar de encontrarse aún en servicio.
2. Puede sorprender al lector el elevado número de pozos encontrados en ese solar. Del esquema que se incluye en dicha publicación se puede deducir una separación media entre pozos alineados del orden de los 15 metros.

Posiblemente la razón de la proximidad entre los pozos fuese la falta de medios de precisión para la orientación en planta y nivelación de los tramos de galería que se hacían entre pozos contiguos. En un documento de archivo del siglo XVII se dice:

«... tienen estas 200 varas (167 m.) de minas 11 pozos», lo que da una separación media entre pozos contiguos de aproximadamente 15 m.

Finalmente, merece especial atención el hecho de que sólo la circunstancia de haber dejado la excavación expuesta a la intemperie durante unos años permitiera descubrir la existencia de estas obras subterráneas. Como podemos comprobar en la práctica, con frecuencia, un relleno hecho con el mismo suelo de la zona resulta difícil distinguirlo del terreno natural, inalterado. Por lo general, sólo la diferencia de densidades, menor siempre la del relleno, permite hacer esta distinción.

### IX. BALANCE FINAL

Los casos de excavaciones subterráneas realizadas por el hombre bajo núcleos urbanos, así como de expansión de las poblaciones hacia zonas afectadas por esas explotaciones subterráneas suelen presentar con cierta frecuencia problemas más o menos graves para la vida urbana.

Madrid padece ese problema debido a la intensa explotación del subsuelo, que durante siglos se llevó a cabo para la captación de agua, único entonces posible sistema de abastecimiento de la villa.

Toda la gran extensión que cubrían el antiguo Madrid de mediados del siglo pasado y sus alrededores hasta Fuencarral, Chamartín y Ciudad Lineal está perforada por una desigual pero localmente densa red de excavaciones subterráneas.

En el subsuelo de Madrid no se han excavado grandes superficies, como en los casos de las explotaciones mineras, pero, por el contrario, tiene el gran inconveniente de que la red de obras lineales existente se desarrolla, por lo general, a escasa profundidad, dentro de la zona de influencia de las construcciones de la ciudad.

Este auténtico laberinto de obras subterráneas, en su mayor parte desconocidas y todas ellas abandonadas desde hace siglos, ha presentado desde los tiempos más antiguos y presenta en la actualidad, posiblemente con mayor intensidad que antes, un serio problema para la vida de la ciudad.

Los efectos negativos de esas obras se deben tanto a causas relacionadas con los propios métodos de construcción de las mismas como al deterioro que esas obras han sufrido con el paso del tiempo y a su destrucción indiscriminada al realizar nuevas construcciones.

La reflexión sobre este tema lleva a la conclusión de que como problema específico el suelo de Madrid, debería ser objeto de un estudio más profundo.

En diversas ocasiones se ha planteado la necesidad de disponer de una información lo más completa posible sobre el suelo madrileño, y se han llevado a cabo importantes campañas de reconocimiento del terreno, con fines puramente geotécnicos. Sin embargo, el tema sobre los antiguos viajes de agua siempre ha quedado al margen de esos estudios, a pesar de presentar una problemática posiblemente más compleja de la que ofrece incluso el propio suelo madrileño, de notables características mecánicas como suelo de cimentación.

El estudio al que antes nos referíamos podría incluir, entre otros posibles datos, los siguientes:

- Recopilación y sistematización de la información existente al respecto en distintos archivos, bibliotecas, etcétera.
- Representación en planos de los viajes conocidos, así como los que vayan apareciendo al realizar nuevas construcciones.
- Recopilación de los datos técnicos de dichas obras antiguas, sus profundidades, secciones, tipo de revestimiento, estado de conservación, etcétera.
- Definición de las recomendaciones a seguir en relación con estas obras cuando se descubran con las excavaciones, así como respecto a las cimentaciones de

las nuevas construcciones que puedan interferir de alguna forma con alguno de esos viajes.

Evidentemente, aunque la información que se consiga recopilar nunca llegará a ser completa, no por ello hay que desistir de conocer las decenas y posiblemente cientos de kilómetros de minas y galerías de los antiguos viajes sobre las que existe información en distintos lugares.

No se trata de sanear el subsuelo madrileño, labor de una gran complejidad técnica y de un alto coste económico, difícil de abordar. Lo que se pretende es conocer mejor el subsuelo de la ciudad para proyectar y construir con la mayor seguridad posible y conocer si los problemas que surgen en la vía pública y los daños en construcciones por fallos del suelo de cimentación pueden estar relacionados con esas obras subterráneas.

Puede servirnos de ejemplo el caso de París, donde hace ya más de dos siglos, exactamente desde el año 1777, las autoridades municipales tomaron medidas en cuanto a las excavaciones antiguas bajo la ciudad se refiere, y donde desde el año 1810 existe un servicio de inspección y seguimiento de estas excavaciones subterráneas, el cual realiza los trabajos de mantenimiento y conservación necesarios y tiene, asimismo, la obligación de asesorar y controlar la nueva construcción.

Quisiéramos haber terminado este trabajo con algunos de los planos de los antiguos viajes encontrados en el Archivo y biblioteca de la Villa y en otras publicaciones. Pero después del trabajo realizado para preparar esta publicación nos quedamos con el convencimiento de que en los archivos municipales, y posiblemente en otros lugares, existe información al respecto mucho más valiosa y completa que la encontrada por nosotros. Por ejemplo, el ingeniero Gil Clemente (20) dice que están terminados los trabajos de gabinete de seis viajes y los de campo de dos más. Sólo hemos podido encontrar la memoria de ese trabajo.

Por ello, nos limitamos a presentar el plano

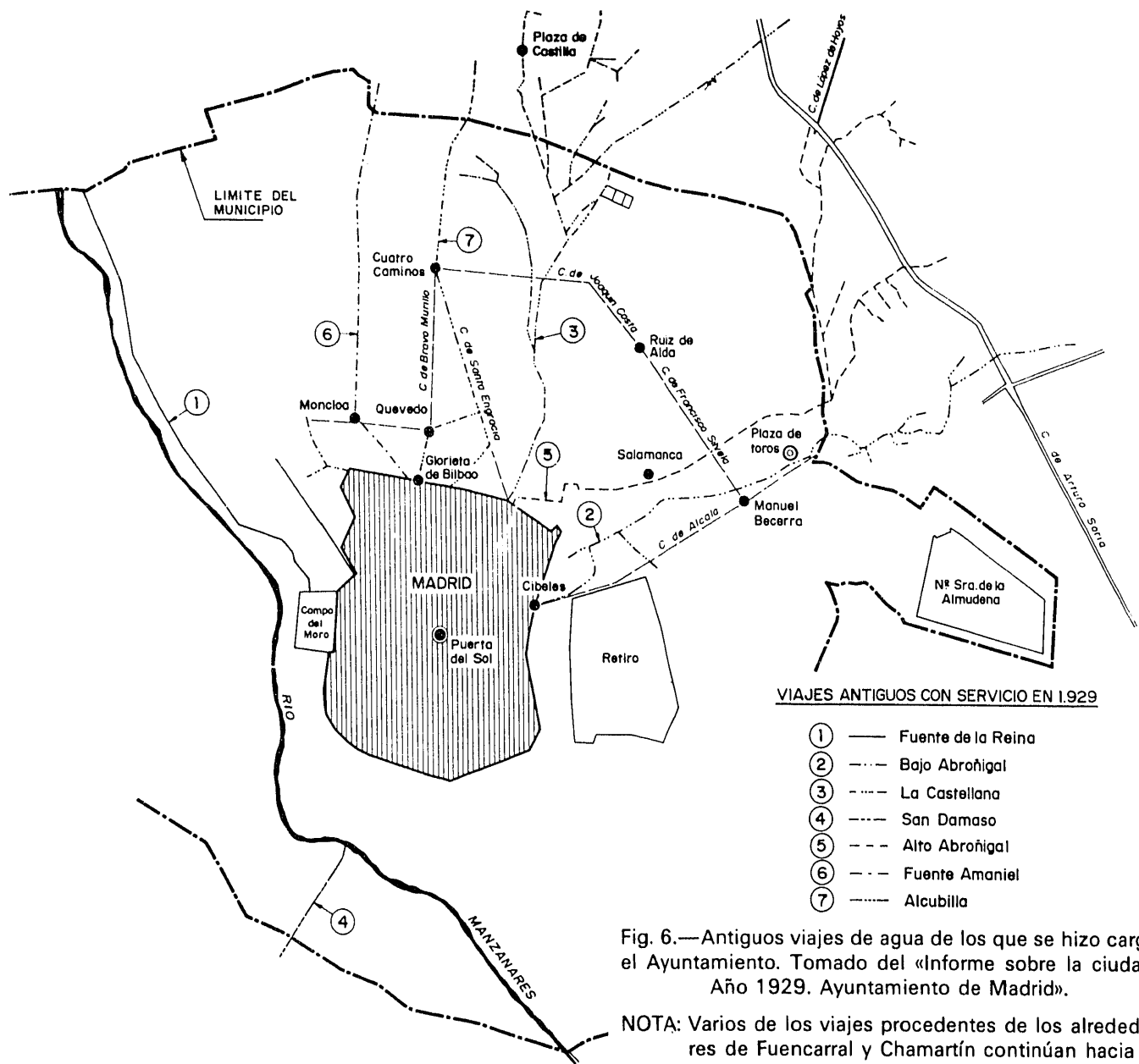


Fig. 6.—Antiguos viajes de agua de los que se hizo cargo el Ayuntamiento. Tomado del «Informe sobre la ciudad. Año 1929. Ayuntamiento de Madrid».

NOTA: Varios de los viajes procedentes de los alrededores de Fuencarral y Chamartín continúan hacia el Norte. El de Alcubilla llega a las inundaciones de la Ermita de Nuestra Señora de Valverde.

de los viajes de agua con servicio, incluido en el «Informe sobre la ciudad. Año 1929», del Ayuntamiento de Madrid.

### BIBLIOGRAFIA

1. Céspedes, A. (1606): «Libro de instrumentos nuevos de geometría».
2. Quintana, J. (1629): «A la muy antigua, noble y coronada Villa de Madrid».
3. San Nicolás, L. (1633): «Arte y uso de la arquitectura».
4. León Pinelo, A. (1713): «Anales de Madrid hasta el año 1658».
5. Ardemans, T. (1724): «Fluencia de la tierra y curso subterráneo de las aguas».
6. Aznar de Polanco (1727): «Artimética, geometría... Origen de los nacimientos de aguas dulces y gordas».
7. Aznar de Polanco (1729): «Discurso curioso, regla general para aforadores».
8. Llanos, B. (1825): «Memoria sobre los medios de mejorar el clima de Madrid, restablecer su salubridad y fertilidad».

9. Barra, F. (1828): «Observaciones sobre el abastecimiento de aguas de Madrid y el modo de aumentarlas».
10. Barra, F. (1832): «Proyecto y memoria sobre la conducción de aguas a Madrid».
11. Barra, F. (1834): «Apéndice al proyecto y memoria sobre la conducción de aguas a Madrid».
12. Caballero, F. (1840): «Noticias topográfico-estadísticas sobre la administración de Madrid».
13. Madoz, P. (1847): «Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España». Tomo 10, Madrid.
14. Llanos, J. (1847): «Memoria histórica presentada a la Dirección y Junta de Gobierno de la Sociedad para la tráfada de aguas a Madrid».
15. Cavanilles, A. (1852): «Memoria sobre el fuero de Madrid del año 1202».
16. Mesonero Romanos, R. (1861): «El antiguo Madrid».
17. Prado, C. (1864): «Descripción física y geológica de la provincia de Madrid».
18. Madrid Moreno, J. (1896): «Las aguas potables de la Villa de Madrid».
19. Hauser, F. (1902): «Madrid bajo el punto de vista médico-social».
20. Gil Clemente, J. (1911): «Informe de remisión de los proyectos de reforma, reparación y saneamiento de los viajes antiguos».
21. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS (1925, enero). Dedicado al Canal de Isabel II.
22. IGME (1929): «Mapa geológico». Memoria explicativa de la hoja núm. 559. Madrid.
23. Ayuntamiento de Madrid: «Informe sobre la ciudad, año 1929». Memoria.
24. Gran Madrid. Boletín Informativo de la Comisaría General de Ordenación Urbana»:
  - a) García Agustín, J. (1952): «Los hundimientos de las calles de Madrid».
  - b) Paz Maroto, J. (1953): «El problema del subsuelo madrileño».
25. Oliver Asín, J. (1952): «Historia del nombre "Madrid"».
26. Canal de Isabel II (1954): «Los primeros cien años del Canal de Isabel II».
27. Sociedad Española de Mecánica del Suelo y Cimentaciones Instituto Eduardo Torroja (1963): «Datos geotécnicos del subsuelo de Madrid».
28. Escario, V. (1970): «Los suelos de Madrid».
29. Legget, R. (1973): «Las ciudades y la geología».
30. Instituto Eduardo Torroja: Solesio de la Presa, M. T. (1975): «Antiguos viajes de agua de Madrid».
31. REVISTA DE OBRAS PUBLICAS. García Yagüe, A. (1975): «La geología en Madrid».
32. Anales del Instituto de Estudios Madrileños. Martínez Alfaro, P. (1977): «Historia del abastecimiento de agua a Madrid. El papel de las aguas subterráneas».
33. Canal de Isabel II (1979): «Ciclo de conferencias sobre el abastecimiento de agua a Madrid».

Se ha utilizado asimismo numerosa información del Archivo de la Villa y de publicaciones periódicas locales.

## Jesús Llorca Aquesolo



Graduado en la ETS de Ingenieros de la Construcción de Moscú, MISI, promoción 1955. Obtiene el título de Ingeniero de Caminos en el año 1976. Veintinueve años de experiencia en el campo de la Geotecnia, Cimentaciones y Patología de la Construcción, de los que trabaja doce años en la URSS, tres años en Cuba y los últimos catorce años en España, a donde regresa en el año

1970 contratado por la empresa Cimentaciones Especiales, S. A., en la que trabaja actualmente como Consultor. Desde que reside en Madrid se interesa por el antiguo sistema de abastecimiento de aguas y su influencia en la vida urbana, llegando a la conclusión que es un tema injustamente olvidado, a pesar de su siempre vigente actualidad. Junto con su compañero J. L. Monte recopilan información sobre este tema en bibliotecas y archivos de la ciudad, lo que les ha llevado a presentar este artículo.

## José Luis Monte Saez



Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Promoción 1968. MS (UWM, 1971), Ph. D. (Northwestern University, 1974) EE.UU., Ingeniero en Agromán (1969-70) y en Soil Testing, Northbrook, Ill., EE.UU. (1973-74). Desde 1975, Ingeniero en Geoexperts dedicado a estudios geotécnicos de cimentaciones, carreteras, túneles, taludes..., en fases de evaluación preliminar, proyecto y construcción o peritación y recalce.