

Contaminación química, ligada a la litología, en los acuíferos situados al S. del casco urbano de Madrid

Fernando MORENO SANZ

Introducción

La litología incide siempre, de modo más o menos decisivo, en la localización y posibles explotación de acuíferos, como se pone de manifiesto en la región que nos ocupa. Los tres ámbitos sedimentarios que se pueden apreciar en ella, de W. a E., desde el Término Municipal de Leganés al de Rivas-Vaciamadrid, atravesando por completo el de Getafe son el detrítico de borde de cuenca, el químico de centro de cuenca, y los aportes fluviales cuaternarios localizados casi exclusivamente en la margen de recha del Manzanares (IGME, 1975).

La diversidad de los materiales nos va a permitir caracterizar dos tipos básicos de aguas subterráneas: las pertenecientes al acuífero terciario, por estar contenidas en materiales de esa edad; y las del acuífero cuaternario, en relación con los aluviones del Manzanares. No obstante, no se trata de la existencia de unos mecanismos funcionales independientes para ambos, ya que se encuentran conectados en un amplio margen.

Para su estudio, se ha hecho una división de la región en zonas hidrogeológicas con la que sólo se pretende un mayor acercamiento en función de las variaciones locales en el comportamiento de esas aguas subterráneas.

1. El acuífero terciario

Es sólo una pequeña parte del sistema de los acuíferos detríticos de Madrid. Comprende el centro y W. de la zona, extendiéndose fuera de

ella por el W. a partir de los términos municipales de Madrid, Leganés, Fuenlabrada, Parla, etc.

Presenta unas características hidrogeológicas distintas según se trate del sector occidental (de arenas feldespáticas, limos y arcillas) o del oriental donde predomina la facies evaporítica.

a) Zona semipermeable de transmisividad media

En el sector occidental, las especiales circunstancias que concurrieron en la sedimentación —de borde de cuenca— con diferentes energías, han permitido una alternancia de materiales detriticos muy heterométricos, desde arcillas y limos a niveles de arenas y gravas aptos para llevar agua.

La topografía, predominantemente llana en este sector, donde las pendientes rara vez superan el 7 por 100, sólo permite el aprovechamiento efectivo de las aguas subterráneas mediante pozos o sondeos de poca profundidad. Los pozos suelen ser de gran diámetro ya que la transmisividad no es alta. En el ensayo de bombeo, o mejor, aforo a caudal constante realizado al N. del casco urbano de Getafe (El Bercial) por el método de recuperación (HERAS, R. et al., 1972) la transmisividad obtenida fue del orden de 75 m²/día.

Dentro de la semejanza entre los diversos materiales que sustentan los acuíferos de esta zona, en realidad no hay condiciones de isotropía. Los depósitos detriticos no se hallan en forma continua, sino formando lentejones delimitados tanto en la horizontal como en la vertical (cambios laterales de facies acusados). Por ello no es posible prever la localización puntual ni la profundidad a la que puede encontrarse un nivel acuífero.

El nivel estático se sitúa, en el 27 por 100 de los 91 pozos inventariados en la zona (IGME, Hoja 1923, Octante 2), entre 5 y 10 m de profundidad; entre 10 y 15 m hay un 23 por 100; entre 15 y 20 m, un 20 por 100. Así, el 70 por 100 se mantiene entre 5 y 20 m, mientras que aquéllos con niveles entre 1 y 5 m o de más de 20 m, representan sólo el 15 por 100 respectivamente.

La experiencia local parece indicar el aprovechamiento de los niveles más superficiales, a partir de la capa freática, ya que en esta zona la potencia del Mioceno detritico grosero no es muy grande debido a la presencia de la facies química subyacente y a potentes bancos de arcillas y margas. Por ello no es fácil localizar aguas en profundidad tal como ocurre en muchos otros lugares del mismo sistema acuífero.

Así parece confirmarlo el sondeo realizado (PEREZ REGODON, J.

1970) al N. del casco urbano de Getafe, que alcanzó 130 m contando los siguientes niveles:

de 0 a 8 m	arena arcillosa
8 a 9 m	arenas
9 a 95 m	arcillas
95 a 97 m	margas yesíferas
97 a 130 m	margas azules

Este sondeo cortó un nivel acuífero entre los 8 y 9 m. Cerca del anterior, un poco más al S. la misma empresa practicó otro sondeo hasta 70 m de profundidad que cortó los siguientes niveles:

de 0 a 0,5 m	suelo vegetal
0,5 a 8 m	arcilla
8 a 12 m	arcilla arenosa
12 a 13 m	arena
13 a 70 m	arcilla

El nivel acuífero cortado en este caso, se situó entre los 12 y 13 m de profundidad.

b) Zona muy poco permeable de baja transmisividad

Se trata de los yesos y margas yesíferas característicos de la sedimentación de centro de cuenca ampliamente representados en el sector central del Término de Getafe hasta su contacto con los materiales cuaternarios de las terrazas del Manzanares.

A gran escala, los yesos y margas yesíferas o calcáreas que caracterizan el área, se comportan como un substrato impermeable. Sin embargo, la permeabilidad puede verse localmente favorecida por una incipiente karsificación subsuperficial.

Su sedimentación en el centro de la cuenca endorreica durante el Vindoboniense permitió una deposición tranquila, con predominio de la estratificación horizontal. Esto hace que aunque pudieran aparecer algunos bancos arcillo-arenosos, su capacidad de infiltración sea muy baja. Donde estos bancos son más frecuentes y de mayor potencia, pueden realizarse captaciones mediante pozos-almacén suficientemente amplios o pozos galería, situados preferentemente cerca del contacto con la zona anterior (al W.), donde confluyen las aguas de que aquélla es excedentaria.

La transmisividad es baja, inferior a los $30 \text{ m}^2/\text{día}$ calculados en el aforo a caudal constante, aplicando el método de recuperación, realizado al N. del Polígono Industrial de Los Angeles (Alférez), ya que es allí donde se dan las mejores características hidrogeológicas de la zona.

El nivel estático se sitúa entre 3 y 10 m en los 10 puntos de agua inventariados del sector (Hoja 1923, Octante 2). Se trata de un acuífero libre cuyo nivel está próximo a la superficie, que permite unos caudales de extracción muy inferiores a los de la zona anterior. Así, mientras en la facies detrítica estos caudales solían ser de 5 l/s, en la evaporítica el 70 por 100 de los pozos no logra superar ese caudal, sin que haya ninguno que llegue a duplicarlo.

No parece, por tanto, recomendable la prospección de aguas profundas. Los sondeos realizados en esta zona de yesos han sido en su mayoría negativos.

2. El acuífero cuaternario

Este acuífero, delimitado y descrito en sus parámetros por MARTÍNEZ ALFARO (1977) se extiende en torno al Manzanares y alcanza su mayor desarrollo en el sector oriental de Getafe.

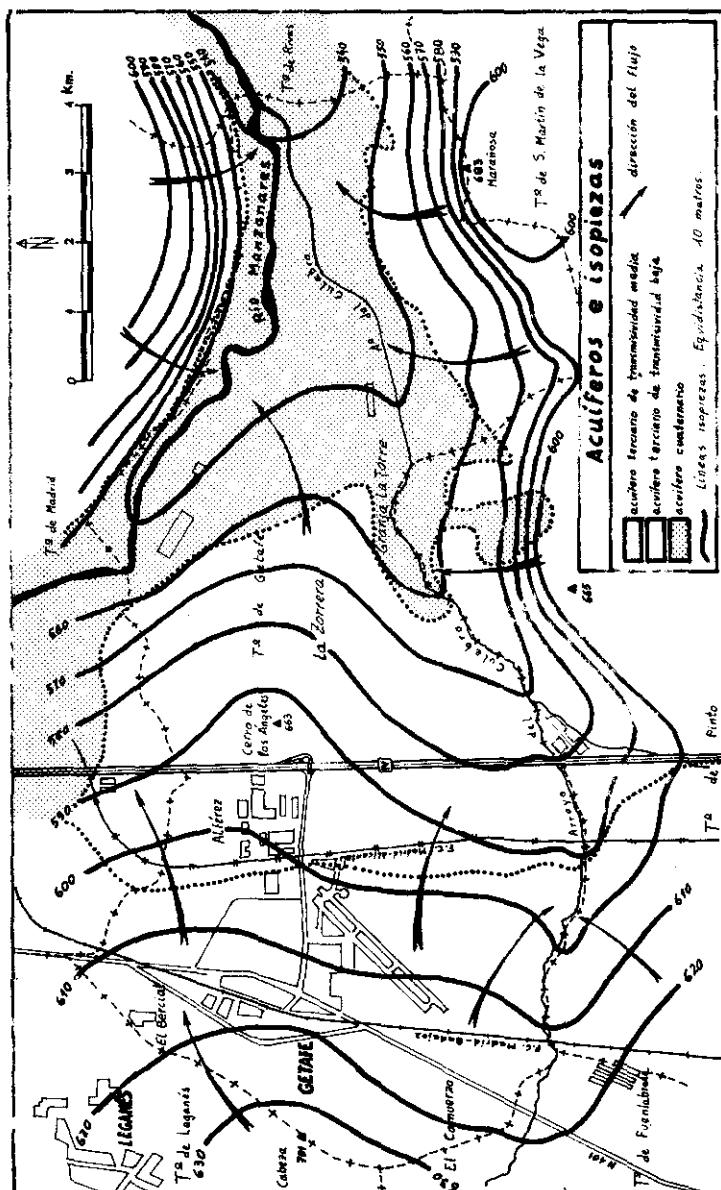
La litología de este acuífero localizado en los depósitos aluviales y coluviones cuaternarios permite una transmisividad mucho mayor que en las restantes zonas. Sobre un sustrato constituido por las facies evaporíticas miocenas similares a las anteriores, los depósitos de terraza y los derrubios de ladera constituyen un conjunto muy apto para almacenar y llevar agua. Pero la gran permeabilidad de esta zona puede provocar serios problemas de contaminación desde la superficie ante vertidos no controlados.

El aluvial de fondo de valle, con una anchura media de 600 m, presenta una potencia en torno a los 5-7 m. Por su parte, las terrazas, hidráulicamente conectadas, tienen una potencia que oscila entre los 27 y 10 m. En ese aluvial, nuestro ensayo de bombeo realizado al N. de la Depuradora Sur en un pozo de reciente construcción, siguiendo el método de Jacob ante los pequeños descensos (CUSTODIO, E., 1976), la transmisividad es del orden de $400 \text{ m}^2/\text{día}$, o incluso superior¹.

El 80 por 100 de los pozos inventariados mantiene un nivel estático

¹ Según REBOLLO FERREIRO, M. (1973), en MARTÍNEZ ALFARO, E. op. cit., la transmisividad alcanza en esta zona unos $530 \text{ m}^2/\text{día}$, calculada mediante aforo interpretado por el método de Jacob.

entre 2 y 10 m. La captación de las aguas de este acuífero libre no presenta problemas, obteniéndose caudales mayores de 5 l/s sin notables descensos de nivel. Por su parte, el nivel freático está bastante alto, lo que puede provocar ciertos encharcamientos estacionales.



3. La contaminación química

Basándonos en las medidas de nivel estático con sonda y barómetro Thommen realizadas en 60 puntos de Getafe, 5 de Leganés y otros 5 de Pinto, se ha confeccionado el mapa de Isopiezas de la zona. Este nos permite apreciar a grandes rasgos las trayectorias del flujo, y su componente dominante de W. a E.

Las aguas de la facies detrítica miocena se van contaminando por la litología a medida que se avanza hacia el E., es decir, al aproximarse a la facies evaporítica. Sobre los yesos, las aguas se muestran muy selenitosas, y pasan, mediante aportaciones laterales, a contaminar el acuífero cuaternario.

Se trata de una contaminación natural que hace impotables las aguas de la zona y de uso restrictivo para la agricultura. Los análisis realizados en las aguas muestran esa progresiva degradación de la calidad conforme se avanza hacia el E. Sólo las aguas del sector más occidental (El Camuerzo, en el límite de Getafe con Fuenlabrada) reúnen condiciones de potabilidad y son satisfactorias para el riego aunque pudieran afectar a ciertos cultivos sensibles por superar su conductividad los 500 microsiemens/cm.

Las aguas de El Bercial, aunque pertenecientes también al acuífero terciario de facies detrítica, ya son similares a las de la facies química y a las del acuífero cuaternario, representadas por los análisis de La Zorrera y la Granja de La Torre respectivamente. El diagrama semilogarítmico de presentación de los análisis muestra claramente cómo a excepción de las aguas de El Camuerzo, aún no contaminadas, las restantes pertenecen a una misma familia.

En general, suele ocurrir que las aguas subterráneas son más salinas y más duras que las superficiales. Sin embargo, a excepción de la muestra de El Camuerzo, las aquí descritas son en extremo selenitosas y de mucha dureza. No son potables según las normas de la OMS (HERAS, R., 1976).

Su contenido en sulfatos es mucho mayor que el máximo tolerable de 400 mg/l, y lo mismo se puede decir del calcio cuyo máximo tolerable se sitúa en 200 mg/l, o del magnesio, con máximo tolerable de 100 mg/l, etc. Son además muy duras, con valores en torno a los 200 grados hidrotípicos franceses.

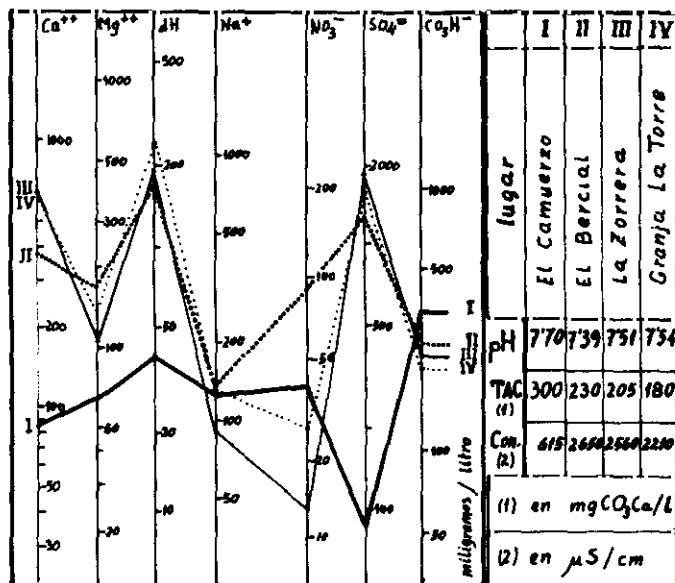
En cuanto a la utilización para riego, estas aguas tampoco están exentas de problemas. Los altos valores de conductividad eléctrica aconsejan una utilización que tenga en cuenta un buen manejo de la tierra y un eficiente drenaje ya que, en caso contrario, pudieran presentarse problemas de salinización.

Aplicando las Normas Riverside (USDA), a excepción de las aguas del

sector occidental, el resto se califica como $C_2S_1 - C_3S_1$, que presentan un riesgo de salinización de medio a alto. Similares son las calificaciones obtenidas según B. K. Handra (C_4S_2) y según las Normas del US Soil Salinity Lab. ($C_3S_1 - C_4S_1$).

Por su parte, L. V. Wilcox (USDA) y H. Greene (FAO) permiten clasificarlas como de calidad dudosa para riego.

Finalmente, calculado el índice de Scott o coeficiente K de altura de agua que al evaporarse dejaría en el suelo, en un espesor de 4 pies, una cantidad de sales suficientes para convertirlo en un medio perjudicial para los cultivos, su valor es de sólo 12 pulgadas.



BIBLIOGRAFIA

- CUSTODIO, E. y LLAMAS, R. (1976): *Hidrología subterránea*. Vol. 1, Barcelona, Omega.
- HERAS, R. et al. (1972): *Manual de Hidrología*. Vol. 2, Madrid, Centro de Estudios Hidrográficos.
- (1976): «*Hidrología y Recursos Hídricos*». Vol. 2, Madrid, Dirección General de Obras Hidráulicas.
- IGME, v.a. (1972): *Mapa hidrogeológico nacional*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.

- (1975): *Mapa Geológico de España, Hoja 582, Getafe*. Madrid, Ministerio de Industria.
- (1975-1978): *Inventario de puntos de agua*. Hoja 1923, Octantes 2, 3, 4 y 6.
- MARTÍNEZ ALFARO, E. (1977): «Características hidrogeológicas y problemas de contaminación del acuífero cuaternario del río Manzanares, aguas abajo del casco urbano de Madrid». *Estudios Geológicos*, Madrid, C.S.I.C., vol. 33, pp. 403-408.
- PÉREZ REGODÓN, J. (1970): *Guía geológica, hidrogeológica y minera de la provincia de Madrid*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.

RESUMEN

Al S. de Madrid, en el área de Getafe, perteneciente al ámbito sedimentario de la cuenca del Tajo, se pueden apreciar una serie de materiales que van desde los tipos de borde, de deposición mecánica, a los de precipitación química o evaporíticos. Estos últimos, por su relativamente alta solubilidad, así como por su baja permeabilidad, son los responsables más directos de la impotabilidad de las aguas subterráneas de la zona, así como de sus limitaciones para usos agrícolas.

RÉSUMÉ

Au Sud de Madrid, sur la zone de Getafe, qui appartient à l'ensemble sédimentaire du bassin du Tage, on peut observer une série de matériaux qui comprennent depuis des variétés de bord jusqu'à ceux à précipitation chimique. Ceux-ci, par leur solubilité, relativement haute, ainsi que par leur basse perméabilité, sont les responsables les plus directs de la non potabilité des eaux souterraines de la zone, ainsi que de leurs limitations aux usages agricoles.

ABSTRACT

In the southern of Madrid, in the area of Getafe, within the sedimentary limits of the Tagus basin, we can observe a series of materials that they include from the fringe types to the chemical precipitation. The latter, because of their solubility, high relatively, as well as their small permeability, they are the most direct responsible for the subterranean undrinkable waters of the area, an also their limitations for agricultural uses.