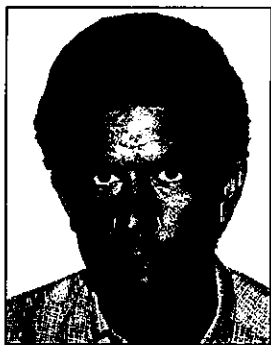


◀ CUENCA DEL GUADALQUIVIR ▶

EL EMBALSE SUBTERRANEO DE LA VEGA DE GRANADA, UNO DE LOS MAS IMPORTANTES DE ANDALUCIA



Antonio Castillo Martín

Es Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad de Granada, y desempeña su labor profesional como funcionario del Estado, dentro del campo de la Hidrogeología. Desde 1987 forma parte del cuerpo de investigadores del C.S.I.C., con destino en Granada. Su ámbito geográfico de estudio son los sistemas acuíferos del Sureste español, y entre sus temas preferentes destacan los estudios de calidad y contaminación de aguas. Tiene un gran conocimiento del acuífero de la Vega de Granada, sobre el que realizó su Tesis Doctoral.

En este artículo se comentan los aspectos más relevantes de la hidrogeología del acuífero de la Vega de Granada. Tras un breve repaso histórico, se alude a las características litológicas, geométricas, hidráulicas y al balance hídrico, para concluir con unas referencias a la calidad y contaminación de las aguas.

This article summarizes the most relevant hydrogeological characteristics of the Vega de Granada aquifer. The history of water resources exploitation is also related. The lithological, geometrical and hydraulic characteristics and the resources evaluation are discussed. Finally, the water quality and contamination is analyzed.

1.-Introducción

El embalse subterráneo de la Vega de Granada es uno de los más importantes de Andalucía, al poseer unos recursos medios de 180 hm³/a y unas reservas explotables del orden de los 1.000 hm³. El material acuífero es de naturaleza aluvial (gravas, arenas y limos) y se extiende sobre una superficie de 200 Km², si bien la cuenca vertiente abarca un área de 2.900 Km². Las aguas presentan, a nivel general, buena calidad, con un promedio de sales disueltas de 1 g/l y dominio de facies bicarbonatadas cálcicas. Existen, no obstante, algunos problemas puntuales de alta salinidad natural, de afecciones microbiológicas por vertidos de aguas residuales y de incremento de nitratos por prácticas agrícolas. Las afecciones por plaguicidas, metales pesados y otros contaminantes tóxicos son prácticamente despreciables en la actualidad.

Desde la época romana, y con seguridad desde la dominación musulmana, y hasta mediados de este siglo, la Vega ha presentado pocos cambios en cuanto a las redes de captación y distribución del regadío. En este final de siglo, el aumento en la explotación de las aguas subterráneas, en gran parte debido a los adelantos técnicos en la perforación y extracción de las aguas, y a la sequía que padecemos, junto a las obras hidráulicas de regulación realizadas en el entorno, han sido factores que han contribuido a modificar muy rápidamente el equilibrio hídrico mantenido durante milenios.

1.1.-El acuífero de la Vega de Granada: marco físico y socioeconómico

El acuífero aluvial de la Vega de Granada se localiza en el interior de la depresión intramontañosa de Granada, en el ámbito geológico de las Cordilleras Béticas (localización geográfica en figura 1A). Desde el punto de vista hidrográfico, forma parte de la subcuenca del Alto Genil, dentro de la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir. El área corresponde a una vasta llanura aluvial que se extiende a ambas márgenes del río Genil, entre las poblaciones de Cenes de la Vega, al Este, y de Láchar, al Oeste (siempre dentro de la provincia de Granada). El material acuífero corresponde al depósito aluvial del río Genil y de sus afluentes de cabecera, los ríos Dílar, Monachil, Darro, Cubillas y Velillos. Todo este depósito ha generado una potente masa acuífera, cuyas dimensiones son 22 Km de longitud (en sentido Este-Oeste) por unos 8 Km de anchura, con espesores superiores a los 250 m en el sector central (mapa de isoespesores saturados en figura 1B). Como ya se ha aludido, en superficie se extiende sobre unos 200 Km², si bien su cuenca vertiente es del orden de los 2.900 Km²; los recursos y reservas explotables son de 180 hm³/a y 1.000 hm³, respectivamente. La explotación neta no alcanza todavía al 50 % de los recursos renovables, cuyo excedente escapa del sistema a través de emergencias. La pluviometría y temperatura medias del área son de 450 mm y 15 °C, respectivamente.

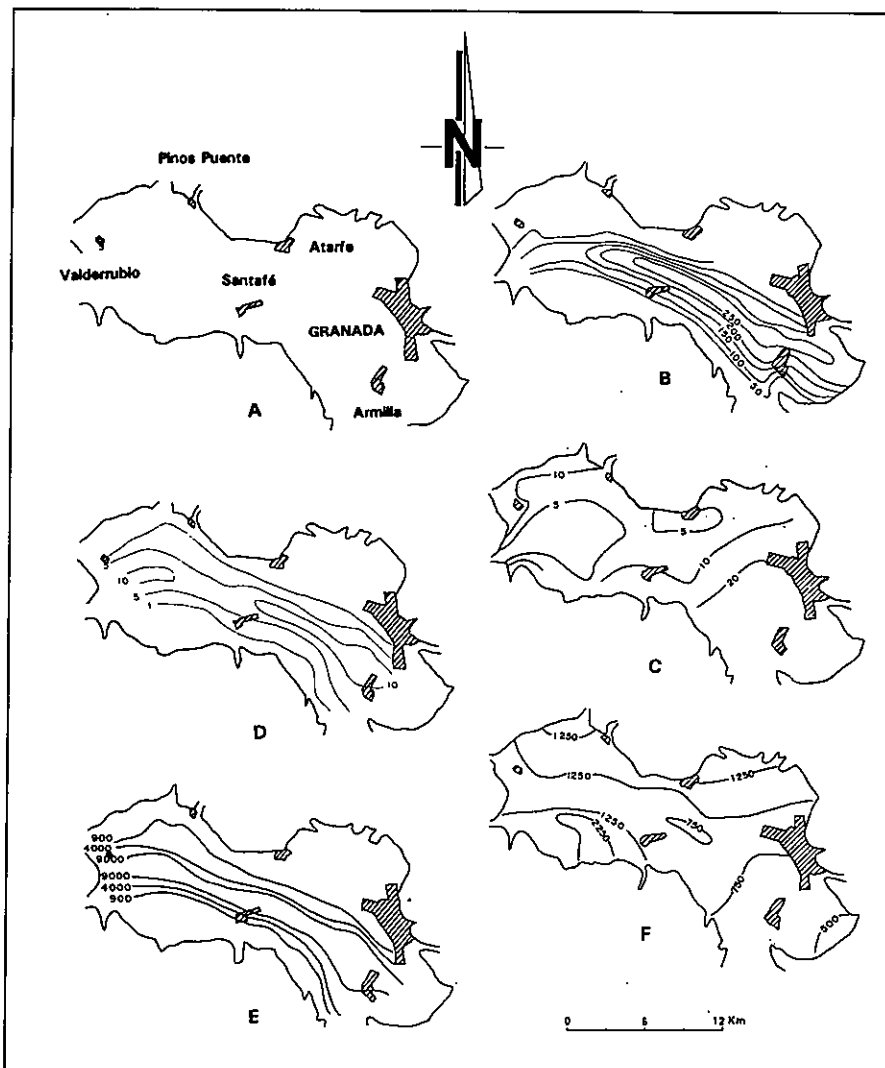


Fig. 1A.—Localización geográfica del acuífero de la Vega de Granada; B.—Mapa de isoespesor saturado, en m (FAO/IGME, 1972; C.—Mapa de isoespesor no saturado, en m (Castillo, 1986); D.—Mapa de isocoefficientes de almacenamiento (FAO/IGME, 1972); E.—Mapa de isotransmisividades, en m²/día (FAO/IGME, 1972); F.—Mapa de isoconductividades, en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Castillo, 1986).

Las cualidades (tierra, agua y clima) y situación estratégica del área propiciaron, desde muy antiguo, el asentamiento de numerosos núcleos urbanos. Hoy día son cerca de la treintena los existentes, incluida Granada capital. En ellos se concentra una población estable de 400.000 habitantes, dando lugar a la mayor densidad demográfica de la provincia; 40.000 personas dependen hoy día, en exclusividad, del abastecimiento de aguas subterráneas, estando previsto el aumento de esta dependencia con la realización de nuevas captaciones, entre las que cabe resaltar la futura explotación de unos 600 l/s para el abastecimiento de emergencia a la ciudad de Granada. La abundancia de aguas y la fertilidad del suelo han propiciado, además, un intenso aprovechamiento

agrícola de las aguas, que abastecen a una superficie de regadío de más de 15.000 Ha. Hoy día, los cultivos de regadío más extendidos corresponden a cereal, choperas, hortalizas, maíz y tabaco. La industria, está escasamente implantada en el área, no tanto por el número de instalaciones, como, sobre todo, por el tamaño, grado de transformación y naturaleza de las mismas.

1.2.—Antecedentes hidrológicos

El acuífero de la Vega de Granada es uno de los mejor estudiados y conocidos de Andalucía, si bien aún persisten algunas dudas sobre sus características y potencialidad hidráulica y sobre la cuantificación de alguna partida del balance.

Los primeros trabajos de reconocimiento hidrogeológico dignos de mención se comenzaron en la segunda mitad de la década de los 60, en el marco del «Proyecto de investigación hidrogeológica de la cuenca del Guadalquivir» (FAO/IGME, 1968). En una segunda fase 91969-71) se abordaron aspectos de mayor detalle, dentro del «Proyecto piloto de utilización de aguas subterráneas en el desarrollo agrícola de la cuenca del Guadalquivir» (FAO/IGME, 1972). Ambos Proyectos, pese a constituir investigaciones antiguas, contienen información piezométrica y de calidad considerada hoy día de sumo interés para contrastar la actual situación del acuífero y disponer de elementos de juicio sobre la previsible evolución futura.

Otra fuente muy abundante de información procede de los trabajos hidrogeológicos realizados por el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE, antes IGME), que dispone de un vasto banco de datos de inventario y control de puntos de agua, así como de gran número de informes, muchos de ellos de actualización de la información periódica recogida de sus redes de control de calidad, piezometría y foronomía. Especialmente interesantes, por su carácter global y/o recopilatorio, son los siguientes informes: IGME (1981), IGME/GEO-MECANICA (1983) e ITGE (1989); el primero y tercero son actualizaciones, más o menos extensas, de información, mientras que el segundo corresponde a una modelización del comportamiento hidrodinámico del acuífero.

Para la cuantificación de los recursos superficiales es imprescindible el concurso de la información foronómica aportada por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG). Asimismo, este Organismo dispone, desde hace pocos años, de información periódica de niveles en algunos piezómetros y de otros informes puntuales de interés hidrogeológico. Muy recientes son los estudios isotópicos de las aguas, realizados por el CEDEX, en fase aún de elaboración.

Para la caracterización de las entradas debidas a la lluvia útil, es imprescindible el concurso de los datos termoplumiométricos aportados por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) a través de las estaciones localizadas en el área de influencia de la Vega de Granada, entre las que destacan por la antigüedad de los registros las de Cartuja (en Granada capital) y Armilla.

La Universidad de Granada y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas vienen desarrollando, desde hace algún tiempo, trabajos de diversa índole en el área. Un estudio geográfico completo fue realizado en la Tesis de Ocaña (1974). Otra Tesis, la de Acuña (1981), abordó el estudio de la contaminación por plaguicidas en la Vega de Granada. Para la documentación hidrogeológica, y, sobre todo, de calidad y contaminación de las aguas del acuífero, se dispone de la Tesis Doctoral de Castillo (1986). Actualizaciones y trabajos hidrológicos complementarios han sido motivo de informes como los de Castillo y otros (1990) sobre la calidad de las aguas de superficie, Castillo y Sánchez (1991) sobre el impacto de las aguas residuales en el acuífero, o el de Castillo (1994) sobre la revisión y actualización del balance hídrico del acuífero. En fase de redacción se encuentran actualmente otros estudios, entre los que cabe resaltar una nueva investigación sobre



Foto 1.—Río Genil en el sector central del acuífero de la Vega de Granada, al fondo Sierra Nevada. Las aguas de este río, escasas hoy día al ser almacenadas en los embalses de Canales y Quéntar, antaño constituían una fuente de infiltración muy importante para el acuífero.

El embalse subterráneo de la Vega de Granada es uno de los más importantes de Andalucía, al poseer unos recursos medios de 180 hm³/a y unas reservas explotables del orden de los 1.000 hm³.

la contaminación por plaguicidas en suelos y aguas de la Vega realizada desde la Estación Experimental del Zaidín (CSIC).

Entre la documentación referente a la planificación hidrológica del área se dispone de la «Documentación básica del Plan Hidrológico del Guadalquivir (MOPT, 1988), así como del «Estudio previo de abastecimiento colectivo de los núcleos de la Vega de Granada» (Junta de Andalucía, 1990). De interés general para la documentación hidrológica del área es el «Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada (DIPUTACION DE GRANADA/ITGE, 1990). Los aspectos relativos al tratamiento y depuración de las aguas residuales urbanas se conside-

ran bien tratados en el reciente Plan Director (DIPUTACION DE GRANADA/ITGE, 1994).

2.—Breve bosquejo histórico

2.1.—Hasta el siglo XX

Hace algunos milenios, la Vega de Granada debió ser una densa zona boscosa, rica en caza, y con extensas áreas de marjalería e inundadas. Con la aparición de la ganadería, quizás se hicieran rozas para el aprovechamiento de pastizales. Pero su mayor transformación física debió producirse a partir de la implantación de la agricultura. En este último milenio hay abundantes referencias a la explotación agrícola del área, con numerosos cambios en los tipos de cultivos, algunos antaño importantes, como fueron los de lino o cáñamo, y más recientemente el de la remolacha.

La abundancia de aguas superficiales procedentes del deshielo de Sierra Nevada, hizo innecesario el aprovechamiento de las subterráneas, cuya captación se limitaba a algunos manantiales, antaño muy abundantes en número y caudal, y a la construcción de pozos poco profundos para el abastecimiento de

cortijadas en áreas marginales no servidas por aguas de superficie.

Durante la dominación musulmana se diseñó, posiblemente apoyándose en construcciones romanas, el sistema de regadío que, con pocas modificaciones, se conoce actualmente en la Vega de Granada. De esa época, al menos, es la compleja y densísima red de acequias, que irrigan casi toda la superficie de la Vega, derivadas a partir de los principales cursos de agua superficial. Poca documentación se tiene de la utilización del agua en civilizaciones anteriores, si bien se conservan todavía restos de obras hidráulicas de época romana, e incluso íbera.

Las referencias posteriores a la toma de Granada (año 1492) son más precisas, y aluden a un área claramente agrícola, sin escasez de agua para riego y con una zona baja abundante en surgencias y a merced de periódicas inundaciones. Durante los siglos XVIII y XIX se produjo un relanzamiento de la agricultura, que pasó por el drenaje parcial de las áreas encharcadas de la Vega Baja (términos de Santafé y Fuentevaqueros), a través de la excavación de zanjas, llamadas «madres». Con ello se consiguió ganar terrenos a la agricultura; en esta época, además, eran frecuentes los azotes infringidos a la población por fiebres tifoideas y epidemias de cólera.



Foto 2.—Cantera ilegal abierta en la Vega de Granada, cerca del río Dílar. Obsérvese la naturaleza litológica de los materiales que componen mayoritariamente el acuífero. La excavación para áridos y el posterior relleno con todo tipo de desechos constituye una práctica de alto riesgo para la calidad de las aguas subterráneas, práctica muy extendida en terrazas y llanuras aluviales.

2.2.—Siglo XX

Hasta la segunda mitad de este siglo no se dejaron sentir los primeros cambios significativos en la explotación del acuífero. En la década de los 50 empezó a generalizarse la instalación de motores diesel en pozos de gran diámetro que jalonaban el cauce del río Genil, con los que se aplicaban riegos de sustento o emergencia. No obstante, la explotación del acuífero era mínima, limitándose, casi en exclusiva, a la derivación de las surgencias existentes. En años posteriores se fue generalizando la construcción de pozos en la Vega Baja, en áreas con nivel piezométrico muy próximo a superficie. En la actualidad se conservan más de un millar de pozos, de todos los tamaños y tipos constructivos; llama la atención, en muchos de ellos, la envergadura y dificultad de las obras realizadas, algunas con más de 5 m de diámetro, o con cerca de 50 m de profundidad.

A mediados de los años 60 se relanza la agricultura en toda la cuenca del Guadalquivir, y muy especialmente en la Vega de Granada. En esa época se realizan estudios técnicos por parte de la FAO, en colaboración con el Gobierno español. Es la época de los primeros grandes sondeos y de la instalación de bombas sumergidas; ello supone una revolución en la explota-

La explotación neta no alcanza todavía al 50 % de los recursos renovables, cuyo excedente escapa del sistema a través de emergencias.

ción agrícola de ciertos sectores acuíferos, hasta entonces poco beneficiados por los riegos de superficie. Se abre, con todo ello, una nueva época, en la que los cambios se suceden más rápidamente. La extracción neta de aguas subterráneas se estima, a final de los años 60, en unos 10 hm³/a (FAO/ITGE, 1968). Esta explotación, aunque muy poco significativa, acarrea la reprofundización de algunos pozos próximos, que al ser escasamente penetrativos quedan en seco.

En años posteriores, esta práctica se va generalizando y extendiendo a la mayor parte de los pozos de la Vega, que no pueden competir con los descensos provocados estacionalmente por los bombeos desde sondeos, cada vez más abundantes. En los 20 últimos años se retrabajan la mayor parte de

los pozos existentes, hasta alcanzar, en muchos de ellos, profundidades difícilmente accesibles a la excavación manual. Muchos se abandonan, sustituyéndolos por sondeos, y en otros se recurre a soluciones transitorias, con el hincado de tubos de 5 a 15 m. A esta dinámica extractiva, se suma en el último cuarto de siglo la construcción de los embalses de Quéntar (1973) y Canales (1988), sobre los ríos Aguas Blancas y Genil, respectivamente, los cuales retienen una parte muy importante de las escorrentías del deshielo, disminuyendo así parte de las aportaciones hídricas del acuífero de la Vega de Granada.

A pesar de todo ello, los estudios más recientes cifran la explotación neta por bombeo en unos 60 hm³/a, muy lejos todavía de alcanzar los recursos renovables del sistema, estimados en unos 180 hm³/a. No obstante, el aumento extractivo, unido sobre todo al déficit de recarga provocado por obras de regulación periféricas y acentuado por la sequía de este último decenio, ha ocasionado ya un descenso acumulado promedio en los últimos 30 años de unos 6 m, con abatimientos consolidados máximos en el sector de cabecera de cerca de 20 m. En este contexto, se produjo en el estiaje de 1992 el agotamiento de las «madres» de la Vega Media y Baja, agotamiento considerado irreversible con la dinámica actual.

3.—Características hidrogeológicas del acuífero de la Vega de Granada

3.1.—Materiales y geometría del acuífero

La erosión hídrica de los relieves circundantes, y muy especialmente la acaecida sobre la orla carbonatada alpujárride del extremo occidental del macizo de Sierra Nevada por los ríos Genil, Monachil y Dílar, surtió de suficientes materiales de acarreo para el relleno de la subsidente llanura aluvial de la Vega de Granada. Los materiales, de naturaleza carbonatada y esquisto-sa, se presentan en una intensa alternancia de gravas, arenas y limos, en función de la energía de transporte existente en el medio en cada momento. La misma gradación se observa a escala espacial, con frecuentes y rápidos cambios de facies, estrechamente

ligados a la proximidad o distalidad de los canales de aporte.

La importante subsidencia de la depresión postorogénica de Granada terminó por conformar un potente y extenso depósito aluvial; la forma del relleno es la de una teja invertida, en cuyo eje central, de dirección Este-Oeste, y bajo el actual cauce del río Genil, el espesor del relleno llega a superar los 250 m. Esta potencia disminuye hacia el Oeste, y, muy fundamentalmente, hacia los bordes laterales (figura 1B; mapa de isoespesor saturado).

Los límites laterales están constituidos, mayoritariamente, por materiales neógeno-cuaternarios poco permeables del relleno postorogénico de la depresión de Granada, de litologías variables, desde las conglomeráticas a las arcillosas. Una excepción la constituyen los materiales carbonatados subbé-

**La alimentación
procede
mayoritariamente de la
infiltración de una
parte de las aguas de
escorrentía y regadío.
En 1983 se calculó una
infiltración por ese
concepto de unos 140
hm³/a.**

ticos del horst de Sierra Elvira, situados en el borde centro-septentrional, los cuales poseen una alta permeabilidad por karstificación y mantienen una mo-

derada descarga subterránea hacia el acuífero de la Vega de Granada. El sustrato acuífero corresponde a materiales neógenos de naturaleza margo-arcillosa, posiblemente miocenos, del relleno de la depresión de Granada.

3.2.-Características y funcionamiento hidrogeológico

Todo este paquete aluvial presenta unas características hidrogeológicas muy favorables para el almacenamiento y transporte de las aguas subterráneas. La transmisividad hidráulica media es del orden de 4.000 a 6.000 m²/día, con valores extremos comprendidos entre 40.000 m²/día (sector centro-oriental) y la decena de m²/día en los bordes más arcillosos (figura 1E; mapa de isotransmisividades). La porosidad eficaz media se estima en un 6 %, con valores extremos que fluctúan entre el 1 y 10 % (figura 1D; mapa de isocoeeficientes de almacenamiento). Los valores de transmisividad y de porosidad son, en gran parte, coincidentes en el espacio, conformando un sector centro-oriental de máxima potencialidad hidráulica, sector donde se localizan las captaciones de mayores caudales específicos.

La alimentación procede mayoritariamente de la infiltración de una parte de las aguas de escorrentía y regadío que acceden a esta Vega desde su amplia cuenca vertiente, aportaciones que se estiman en unos 400 hm³/a. En 1983 (Castillo, 1986) se calculó una infiltración por ese concepto de unos 140 hm³/a, valor que representa el 77 % de las aportaciones anuales recibidas por el acuífero. De mucha menor envergadura son el resto de las partidas de alimentación, como son la infiltración del agua de precipitación sobre la superficie acuífera, unos 25 hm³/a, y las aportaciones subterráneas transferidas desde los materiales de borde, otros 20 hm³/a.

Todo este volumen de recarga presenta una circulación de dirección y sentido aproximado Este-Oeste. El gradiente hidráulico es, en general, muy bajo, del orden del 0,5 %, excepción hecha del sector Nororiental y de los bordes del acuífero, donde la disminución de la permeabilidad, por un incremento de los contenidos de arcilla, eleva los gradientes hasta valores superiores al 1,5 % (figura 2; mapas piezométricos del acuífero para 1967 y 1994).

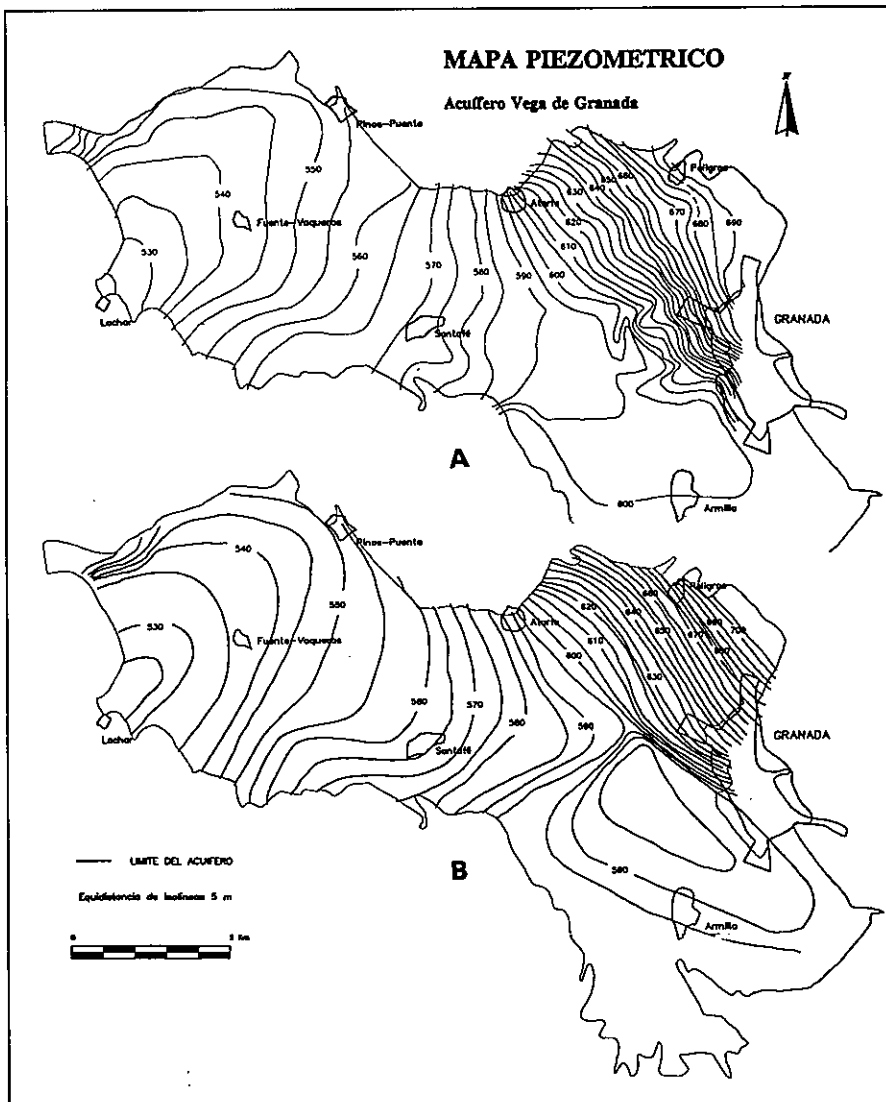


Fig. 2.-Mapas piezométricos del acuífero (A.-1967, QUANG TRUC, en Castillo, 1986. B.-Marzo de 1994, en Castillo, 1994).

La descarga de las aportaciones se produce mayoritariamente, todavía, a través de los aliviaderos naturales del sistema. Las surgencias actuales se localizan en el cierre occidental del acuífero, aguas abajo de la localidad de Fuentevaqueros, a cotas comprendidas entre los 540 y 525 m. En un área de unos 4 Km² tienen su origen multitud de pequeñas surgencias, muchas de ellas difusas y difíciles de localizar con precisión, las cuales arrojan un caudal conjunto medio de 130 hm³/a (4 m³/s). La mayor parte de esta descarga alimenta el cauce de los ríos Genil y Cubillas, aguas abajo de Fuentevaqueros y Valderrubio, respectivamente. En el año 1993/94 la descarga por emergencias sufrió un fuerte descenso, situándose muy próxima a los 100 hm³.

El resto de la descarga se produce por evapotranspiración del agua captada del sistema, mayoritariamente para usos agrícolas. Por este concepto se calcularon para el mismo año 1993/94 unas pérdidas netas anuales del orden de los 60 hm³. En cualquier caso, existe aún poca información verificable sobre la cuantía de esta partida, así como se desconoce su previsible evolución en el futuro.

3.3.-Calidad y contaminación de las aguas

Las aguas subterráneas del acuífero de la Vega de Granada poseen una buena calidad general; relativamente locales y moderados son los procesos de enriquecimientos salinos naturales, así como los procesos de contaminación; entre estos últimos cabe resaltar los debidos a aportes de fertilizantes y, en menor medida, al empleo de aguas residuales urbanas en el riego.

Como ocurre en todos los extensos sistemas acuíferos detríticos, la calidad de las aguas varía sensiblemente de unos sectores a otros, debido a la concurrencia en ellos de diferentes condicionamientos, tanto naturales, como, sobre todo, antrópicos. Como ya ha sido comentado, en general las aguas del acuífero son de buena calidad, ya que en origen proceden en más de un 70 % de la infiltración de escorrentías del deshielo de Sierra Nevada. Este hecho condiciona que los sectores de mejor calidad se localicen en la cabecera del acuífero (área Suroriental) y bajo el actual cauce del río Genil. Por el contrario, las aguas más salinas, relacionadas

con flujos procedentes desde los bordes neógenos con materiales evaporíticos, se localizan en los sectores de Sierra Elvira-Alitaje, Aeropuerto-Romilla-Láchar y en Maracena-Pulianillas.

La conductividad de las aguas oscila, de forma mayoritaria, entre 700 y 1.000 µS/cm, con valores extremos, en sectores localizados, comprendidos entre 400-550 y 2.000-4.000 µS/cm (figura 1F; mapa de isoconductividades). La facies predominante es bicarbonatada cálcica (en aproximadamente el 77 % de la superficie, siendo para el resto sulfatada cálcica). Las aguas son moderadamente incrustantes, con durezas totales que oscilan entre 10 y 50 °F.

Por lo que respecta a la contaminación

Las aguas subterráneas del acuífero de la Vega de Granada poseen una buena calidad general; relativamente locales y moderados son los procesos de enriquecimientos salinos naturales, así como los procesos de contaminación.

de las aguas, decir que la mayor afección está producida por el empleo de fertilizantes agrícolas, hecho responsable del moderado contenido de nitratos de las aguas, que en 1994 arrojaron un valor promedio de 40 mg/l, aunque en ciertos sectores se llegaron a medir concentraciones de hasta 250 mg/l. La concentración de plaguicidas es, por el contrario, muy baja, no representando en el momento actual ningún riesgo sanitario. La práctica de regar con aguas residuales urbanas sin depurar, o insuficientemente tratadas, así como las fugas de redes y el vertido a pozos negros son fenómenos responsables de algunas contaminaciones puntuales por microorganismos patógenos detectadas en el acuífero. La contaminación ligada a actividades industriales es muy poco relevante debido al poco volumen y escasa peligrosidad de los vertidos generados; a nivel muy puntual existen algunos

problemas de metales pesados. Muy notorias, pero poco significativas a escala del acuífero, han sido algunas contaminaciones por hidrocarburos, y otros productos líquidos, ligadas a fugas de depósitos. ■

Referencias Bibliográficas

- ACUÑA, M.^a J. (1981): «Contaminación por plaguicidas organoclorados de la Vega de Granada». Tesis Doct. Univ. Granada. 380 págs.
- CASTILLO, A. (1986): «Estudio hidroquímico del acuífero de la Vega de Granada». Tesis Doct. Univ. Granada. Eds. Univ. Granada & IGME. 658 págs.
- CASTILLO, A. (coord.) (1990): «Caracterización físico-químico-biológica de las aguas del Alto Genil. Estudio integral de la calidad y contaminación de las aguas». Inf. interno. Univ. Granada para la Dirección General de Obras Hidráulicas (Madrid). 1 vol. texto 278 págs. y 10 vol. de anexos.
- CASTILLO, A. y SANCHEZ, P. (1991): «Reutilización de aguas residuales tratadas en las nuevas estaciones depuradoras (Granada); aspectos hidrológicos». Inf. interno. Univ. Granada para la Dirección General de Obras Hidráulicas (Madrid). 175 págs.
- CASTILLO, A. (1994): «Caracterización de los recursos y reservas del sistema hídrico de la Vega de Granada. Consideraciones sobre la calidad de las aguas». Inf. interno. Univ. Granada para GIRSA. 150 págs.
- CHG (varios años): «Anuarios de caudal de estaciones de aforo».
- CHG (1988): «Documentación básica del plan hidrológico del Guadalquivir». Inf. restringido.
- CONSEJERIA DE OBRAS PUBLICAS (1990): «Estudio previo de abastecimiento colectivo de los núcleos de la Vega de Granada». Inf. interno. Dirección General de Obras Hidráulicas de la Junta de Andalucía (Sevilla). 5 vol.
- DIPUTACION DE GRANADA/ITGE (1990): «Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada». Eds. Diputación Provincial & ITGE. 107 págs. y 4 mapas 1:200.000.
- DIPUTACION DE GRANADA/ITGE (1994): «Plan director de depuración de aguas residuales urbanas de la provincia de Granada». Ed. Diputación Provincial. Doc. de síntesis.
- FAO/IGME (1968): «Proyecto de investigación hidrológica de la cuenca del Guadalquivir». PNUD. Inf. restringido.
- FAO/IGME (1972): «Proyecto piloto de las aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la cuenca del Guadalquivir/Utilización de las aguas subterráneas para la mejora de los regadíos de la Vega de Granada». Inf. restringido.
- IGME (1981): «Informe sobre la evolución y estado actual del acuífero aluvial de la Vega de Granada». Inf. interno.
- IGME/GEOMECANICA 91983): «Modelo matemático de flujo del acuífero de la Vega de Granada». Inf. interno. 4 vol.
- IMN (varios años): «Anuarios de precipitaciones y temperaturas de estaciones climatológicas».
- ITGE (1989): «Vega de Granada». Serie manuales de utilización de acuíferos.
- MOPT (1988): «Documentación básica del Plan Hidrológico de la cuenca del Guadalquivir». Doc. restringido.
- OCAÑA, M.^a J. (1974): «La Vega de Granada». Tesis Doct. Univ. Granada. Eds. Caja de Ahorros de Granada & Instituto de Geografía Aplicada del Patronato «Alonso de Herrera» (CSIC). 560 págs.