

DOS ESTUDIOS DE AGUAS SUBTERRANEAS, DE 1882 Y 1909, DE LA CUENCA DEL RIO DE ALMERIA

A. Castillo¹ y F. Sánchez Martos²

1 Consejo Superior de Investigaciones Científicas e Instituto del Agua de la Universidad de Granada

2 Dpto. de Hidrogeología y Química Analítica de la Universidad de Almería

RESUMEN.- La cuenca del río de Almería (Andarax) ha suscitado desde siempre interés, entre técnicos y científicos, por el estudio de las aguas subterráneas, fundamentalmente por la carestía de las superficiales en época estival para el abastecimiento urbano (sobre todo de Almería capital) y para el riego, especialmente de sus llanuras costeras. Buena prueba de ello son los trabajos que ahora se rescatan del olvido, publicados en el Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España (1882) y en el Boletín del Instituto Geológico de España (1909). De su lectura, sorprende lo acertado de las observaciones hidrogeológicas, realizadas sin apenas medios materiales y con un escasísimo desarrollo del cuerpo doctrinal de la hidrogeología, entonces asumida por los ingenieros de Minas y Caminos, y por algunos ilustres geólogos extranjeros.

A continuación se presentan las partes más interesantes de estos trabajos, desde el punto de vista de las observaciones y comentarios hidrogeológicos, al tiempo que se hacen algunos comentarios, sobre todo en relación con la situación hidrogeológica actual de los lugares y manantiales citados.

Palabras clave: hidrogeología histórica, cuenca del río de Almería, aguas termo-minerales

INTRODUCCION

Se ha realizado una síntesis de los trabajos geológicos de de Botella (1882), y Sánchez Lozano y Marín (1909), buscando especialmente el interés de las descripciones y observaciones hidrogeológicas realizadas en la cuenca del río de Almería (Andarax), entre las sierras Nevada y de Gádor. Se trata de dos de los primeros trabajos publicados que se conservan sobre las aguas subterráneas de dicha región. Como podrá observarse, en la época se prestaba especial atención a las aguas termales, abundantes por otro lado en el área estudiada. Los textos originales se han reproducido en *itálica*, diferenciándose de los comentarios introductorios, así como de aquellos referidos al estado actual de las cuestiones y descripciones abordadas. No se han realizado modificaciones del texto original, que se ofrece tal y como aparece en las publicaciones originales, con la excepción de la letra **negrita** aplicada a todos los términos toponímicos (también en las notas introductorias de los autores), con el fin de facilitar la búsqueda de las observaciones dedicadas a los mismos. Se han intercalado tres puntos suspensivos siempre que el texto no traía continuación con el inmediatamente anterior. En la figura 1, se incluye un esquema geológico del área, en el que se muestra la localización de los sitios y lugares más aludidos.

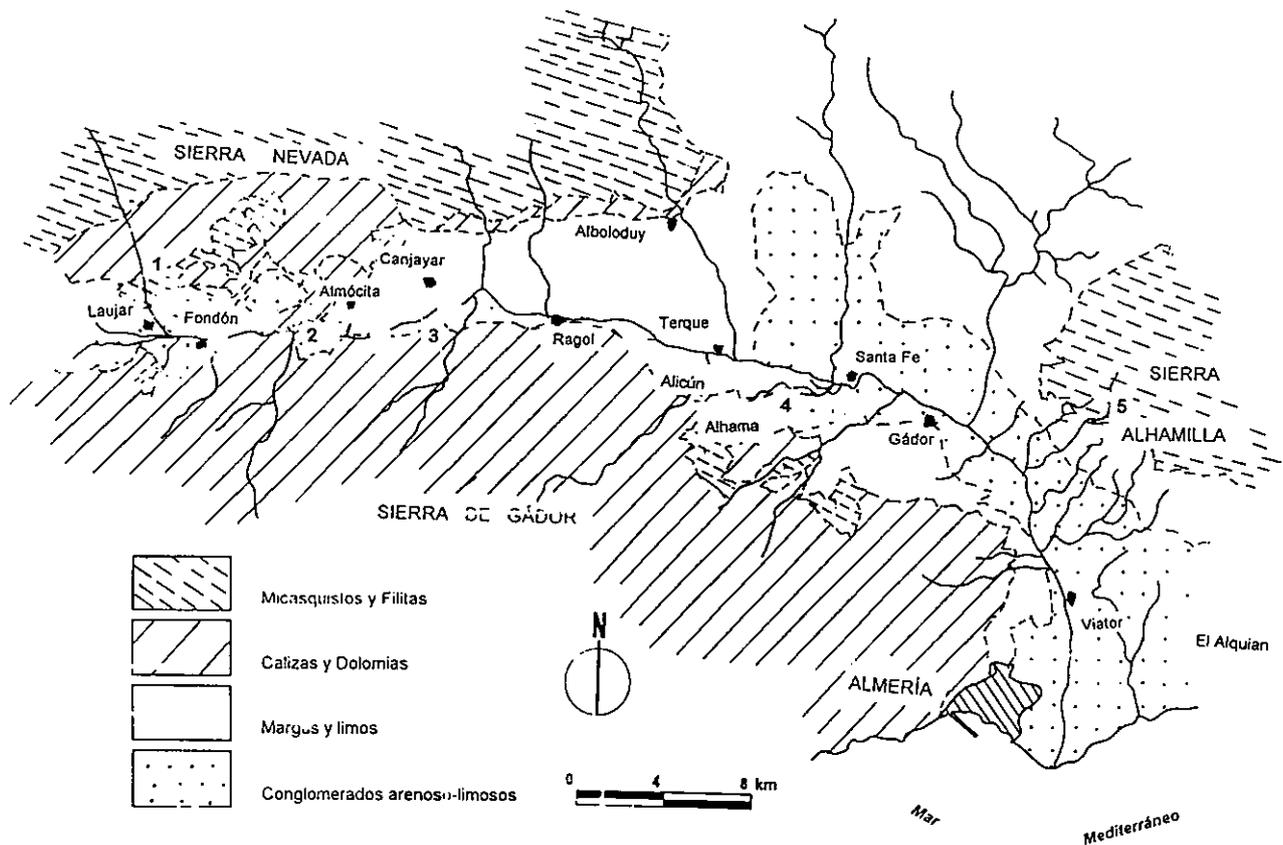


Figura 1.- Esquema geológico de la cuenca del río Andarax (o Almería), con localización de las principales surgencias aludidas en los trabajos que se comentan (1: nacimiento de Laujar; 2: manantial de Godoy; 3: manantiales de Alcora; 4: baños de Alhama; 5: baños de Sierra Alhamilla)

RESEÑA FÍSICA Y GEOLOGICA DE LA REGION S.O. DE LA PROVINCIA DE ALMERIA (de Botella, 1882)

Como su propio nombre indica, este trabajo aborda la situación física y geológica de una amplia región de Almería, y más concretamente de la situada a occidente del curso del río de Almería hasta Santa Fé de Mondújar, y, a partir de ahí, de la rambla de Gergal hasta su divisoria en la sierra de los Filabres; en total 2.343 km². Comprende por tanto, parte de la cuenca del río de Almería y la parte almeriense de la del río Adra. Por lo que se refiere al presente trabajo, sólo se destacan las observaciones realizadas dentro de la cuenca del río de Almería. El trabajo original incluye al final un hermoso mapa geológico del área.

Entre los aspectos abordados destaca la situación, límites y población, la geografía, la hidrografía, la meteorología, los terremotos y todo lo relacionado más directamente con la geología de la región, a través de cerca de 100 páginas. Muy interesantes, pero fuera del contexto de esta comunicación, son las observaciones y descripciones referidas al clima árido y tormentoso de la región, así como al carácter torrencial y destructivo de sus cauces, en una

región muy desforestada por diversas causas. Es continua la referencia a la alternancia de sequías e inundaciones. Como representativa de estas últimas puede valer la siguiente cita *...la tormenta del 21 de Octubre de 1871, que sólo duró desde las siete y media de la noche a las cuatro de la madrugada... produjo tales desastres en el terreno y tantas víctimas y destrozos en las poblaciones, cortijos y edificios, que su recuerdo queda indeleble en aquellas comarcas con el nombre característico de la ruina de 1871. Como resultado de aquella tormenta, en un momento las aguas desbordaron todos los cauces, todas las ramblas y barrancos, arrollando cuanto encontraban a su paso, y llevando al mar revueltos en su cenagosa corriente peñones, casas, molinos, árboles seculares, muebles, ganados y gran número de cadáveres.*

En los estrechos de Galacha y punto llamado el Salto del Moro (por bajo de Alhavia, y cuando marchan unidos el Almería y el Andarax, pero antes de unírseles el Gergal), amontonándose alamedas enteras arrancadas a las márgenes de ambos ríos, subieron las aguas remansadas hasta 14,^m62, formándose una presa rota luego con el furor consiguiente. Y tal fue la cantidad de los detritus acarreados aportados al mar, que la punta que dibuja el río en su desembocadura avanzó, según los datos que me ha proporcionado nuestro ilustre compañero D. Federico Kuntz, más de kilómetro y medio mar adentro en treinta y seis horas, permaneciendo de tal manera hasta que los temporales de Poniente la fueron reduciendo a sus límites ordinarios.

Como ya se ha indicado, en el texto es continua la referencia a las sequías e inundaciones que asolan permanentemente la región, sin parecer existir término medio entre ambas situaciones; al respecto, se proponen una serie de actuaciones, en especial la repoblación de las sierras (desforestadas por motivos siempre energéticos) y la construcción de diques. También se ofrecen algunos lugares propicios para la construcción de pequeñas presas de regulación de aguas superficiales; como posibles emplazamientos se dice lo siguiente: *...Tajo de la Panza, admirablemente dispuesto para la construcción a poquísimos coste de un pantano, cuya situación, a 600 metros sobre el nivel del mar y a unos 160 de los campos de Alhama, deja desde luego comprender los efectos que podría reportar a la agricultura y la industria.*

Algunos otros sitios se hallan igualmente indicados en idénticas circunstancias y en regiones más bajas; podría, entre otros, aprovecharse con aquel objeto... el estrecho de Galacha (195 metros)... y algunos otros sitios.

También se hace hincapié en la necesidad de aflorar aguas subterráneas, como medio de asegurar los consumos de estiaje, cuando todos los cauces, salvo casos excepcionales, van secos. A todas estas recomendaciones sigue, al final del texto, el siguiente epitafio, que desgraciadamente sigue teniendo actualmente más vigencia de la deseable, *...Es probable que en esta ocasión, como en otras muchas, sean desoidas nuestras indicaciones, sin que obste para que creamos deber insistir una y otra vez.*

Y por lo que compete más directamente a las referencias a las aguas subterráneas, a continuación se exponen algunas, entresacados del capítulo de Hidrografía.

...Las fuentes naturales, algo abundantes en las faldas de Sierra Nevada, escasean sobre manera en los niveles superiores de la de Gádor. Cerca del cortijo de Jancor, a unos mil metros de altitud, hay una de bastante importancia; en toda la parte alta de la sierra se hallan diseminados algunos pequeños manantiales...En todo lo demás de la sierra, el agua tan necesaria al consumo de los millares de mineros, que por lo común, suelen ganar aquí rudamente su vida, tienen que transportarse a lomo por numerosas recuas, o se va recogiendo de algunos pequeños neveros artificiales reunidos durante el invierno.

...En la región baja de la sierra de Gádor son muchos y abundantes los manantiales naturales, mereciendo citarse los de... Instinción, Alcora, Alicún, Alhama, etc,

admirablemente cuidados y aprovechados tanto para los usos habituales de esas poblaciones como para el riego.

Los manantiales de Alcora, situados en la proximidad de la Barriada de Alcora, corresponden a dos surgencias denominadas **galería de Alcora** con reducido caudal, de 8 a 10 l/s y fuerte descenso en estiaje, y el manantial del **barranco de Alcora**, algo más significativo, con un caudal de 15 a 20 l/s (IGME, 1977a). Llama la atención la ausencia de referencia al caudaloso manantial de Godoy, situado en la proximidad del río Andarax, dentro del término municipal de Beires, posiblemente por su carácter no termal, ya que la temperatura de sus aguas es de unos 17 °C (Benavente *et al.* 1990). Este manantial poseía un caudal de estiaje de unos 150 l/s (IGME, 1977b), si bien presentaba puntas que podían superar fácilmente los 250 l/s (IGME, 1977a); estudios más recientes han constatado una importante merma en el caudal y en las fluctuaciones del mismo, comprendidas entre 90 - 100 l/s (Carrasco y Martín 1988). Este manantial puede considerarse como el más importante actualmente de la cuenca del río Andarax.

En la parte de Sierra Nevada, que corresponde a esta región, los manantiales naturales son, según hemos dicho, bastante abundantes, y nacen generalmente en la separación de estratos de diferente naturaleza; estas aguas son excelentes, y su temperatura por término medio es de unos 15°, algo más baja que la de los de la región inferior de la sierra de Gádor, que llega a los 20° como término medio.

La salinidad de estas aguas es muy baja, especialmente en los manantiales del borde de Sierra Nevada; en los del entorno de Laujar es inferior a 300 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ y las temperaturas son del orden de 14 °C (IGME, 1983, Benavente *et al.* 1990, Sánchez Martos *et al.*, 1993). En el borde meridional de la Sierra de Gádor, los manantiales más significativos, manantial de Godoy y galerías de Alcora, presentan temperaturas comprendidas entre 16 y 19 °C, y baja salinidad, entre 400 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ y 800 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

Los manantiales minerales son algo numerosos en esta región, dividiéndose en aguas frías y aguas termo-minerales. Las primeras son las de...la Fuensanta o de la Familia; las segundas las de Alhama la Seca y las de Alicún.

Baños de la Fuensanta.- Las aguas de la Fuensanta, en la margen izquierda de la rambla de Gérgal, término de Gérgal, se utilizan igualmente como baños, constituyendo un pequeño manantial a 25° de temperatura, que da 0^m,438 por hora, y necesita once horas para llenar una balsa cubierta, de cinco metros cúbicos de cubida, en que se sumergen los bañistas, utilizándolas principalmente para las enfermedades herpéticas. Son de la clase de las sulfurosas frías con un ligero olor de hidrógeno sulfurado.

Fuentes de la Familia.- Esta fuente nace en unas minas de azufre del término de Gádor; su temperatura es de 19°, tienen sus aguas un fuerte sabor a tinta y son excesivamente notables por contener una gran cantidad de ácido sulfúrico al estado libre. Analizadas en el laboratorio de la Escuela de Minas por su inteligente Director el Sr. D. José Jiménez y Frías han dado por un litro de agua: (no se reproduce el análisis).

Datos relativos a estos manantiales no existen en la bibliografía reciente, al haber desaparecido ya. La situación de los manantiales corresponde a las Balsas de Gádor, en la zona de contacto entre materiales alpujárrides y detríticos de la depresión, en un área con yacimientos de azufre asociados a yeso, piritita/marcasita, alunita y pequeñas cantidades intersticiales de sustancias bituminosas (Alonso, 1990). A dichas características se debe, posiblemente, el "olor a tinta" mencionado anteriormente; en las proximidades de este enclave existe un sondeo, cuyas aguas tienen carácter sulfuroso (SGOP, 1993).

Aguas termales de Alhama la Seca.- Estas aguas nacen en los estribos orientales de sierra de Gádor, en el pueblo mismo de Alhama, cuyo nombre procede precisamente de los

baños que ya tenían renombre en tiempo de los árabes, lo que comprueban, ya algunas murallas todavía existentes, ya el hallazgo de monedas de plata del tiempo de la última dinastía de los Reyes granadinos (como curiosidad, reproducimos lo que se dice de las monedas: ...estas monedas son rectangulares, bien acuñadas en delgadísima hoja de plata y llevan las siguientes inscripciones: No hay más vencedor que Dios-Granada-/ No hay más divinidad que Dios/ Mahoma es el enviado de Dios, cuya traducción debo a la amabilidad de mi buen amigo el Excmo. Sr. Don Eduardo Saavedra), de las cuales se hallaron unas tres mil al hacer las excavaciones de la casa-fonda. Desde aquella época varias son las vicisitudes porque han pasado estas aguas, llegando hasta a desaparecer por completo a consecuencia de unos terremotos, y produciéndose de resultas, hacia el año 1533, el abandono del pueblo por los moriscos, que le transportaron a los pagos de Galacha y Cocul. Más tarde, sofocada la sublevación de los moriscos y extrañados estos del reino, el Rey D. Felipe II mandó se incorporasen al común todas las haciendas de los vencidos, repoblándose este sitio en 1576 con 22 vecinos, por haber aparecido de nuevo las aguas descubriéndolas por casualidad unos cazadores al pié del monte Vilano en la Fuente Vieja. Esta antigua fuente, aunque termal, tiene algo menos temperatura que la de la Fé, cuyos trabajos se inauguraron en 1849, y que es la que puesta en comunicación con el establecimiento por largo socavón, se utiliza en los baños; reunidos luego ambos manantiales en una gran balsa, se dedican al riego de gran parte del término.

La fuente de la Fé da 53.240 litros por hora, y su temperatura es de 45° a su llegada al establecimiento: queriendo verificar por mí mismo la desperdición de temperatura que sufre este agua en su trayecto por el socavón, y observar también las condiciones del manantial en su origen, resolví, de acuerdo con el acreditado médico de los baños D. Ildelfonso Oton, penetrar en la mina, llegando, no sin trabajos, por sus malas condiciones, hasta la cavidad donde surgen las aguas; esta es de regulares dimensiones, pero no forma, según se complacen en propagarlo, un espacioso lago; si bien su acceso es difícil por la cantidad de vapor a 40° que llena por completo esta cavidad, haciéndose la respiración tan penosa que tuvimos que retroceder varias veces hasta lograr alcanzar nuestro propósito; por lo demás, aunque a juzgar por la impresión de la piel la temperatura parecía haber crecido considerablemente, y salimos todos, tanto el médico como el bañero que nos acompañaba, con ampollas en los piés, el termómetro sólo marcó 46°. En cuanto a desprendimiento de ácido carbónico, no notamos alteración alguna en las luces.

Analizadas estas aguas por D. José Jiménez y Frías, ha obtenido por un litro de agua: (no se reproduce el análisis).

Estos baños, que cuando los visité por primera vez en 1874, no ofrecían comodidad alguna, tienen hoy un establecimiento muy bien montado con hermosas pilas de mármol de las cercanas canteras de Macael, grandes balsas y aparatos para duchas e inhalaciones.

La descarga natural del acuífero carbonatado hacia la depreseiión se efectuaba a través de manantiales, cuyo reflejo más significativo son los travertinos que existen en Alhama (Carrasco y Martín, 1988). Actualmente esta descarga natural ha desaparecido ante la explotación de los materiales carbonatados mediante sondeos situados en la proximidad de las fracturas de borde, localizadas entre Instinción y Alhama. Este tipo de aguas posee buena calidad y carácter termal (Pulido Bosch *et al.* 1992), con temperaturas de emergencia comprendidas entre 24 y 40 °C (IGME, 1983)

Aguas termales de Alicún.- A una hora de distancia de Alhama, y en circunstancias parecidas por lo ameno de la situación, surgen en el pueblo de Alicún, dentro de una gran balsa, ocho o diez manantiales que dan un volumen de agua de tanta consideración como el anterior, pero fríos unos, según dicen, y mezclados con los termales en la misma gran balsa, sólo señalan a la salida de ésta una temperatura de 32°.

Los manantiales de Alicún surgen unos 30 metros más bajo que los de Alhama.

Datos más recientes sobre los baños de Alicún indican una temperatura de surgencia de 31 °C (Benavente *et al.* 1990); en el término municipal existen algunos sondeos realizados en un contexto hidrogeológico semejante al de los sondeos comentados para el área de Alhama, que dan aguas con una temperatura de unos 34 °C (IGME, 1983).

En este punto, el trabajo finaliza la descripción de los manantiales (termales), para pasar a referirse a las aguas artesianas, que considera como aquellas que afloran en virtud a obras de captación, de las que se dice lo siguiente:

...En esta parte de la provincia no se ha intentado ningún taladro en busca de aguas artesianas; sin embargo, si consideramos que las principales cumbres de las sierras Nevada y de Gádor, así como las de Baza de Filabres, se hallan cubiertas de nieve gran parte del año, y tenemos en cuenta el buzamiento, pliegues y repliegues de los estratos y la circunstancia de que entre los lisos de pizarra y las calizas superpuestas corren siempre las aguas, circunstancia que aprovechan perfectamente para los riegos los naturales en sus conductas de agua, no sería aventurado el pensar que a cierta profundidad se alcanzase con la sonda aguas abundantes cuyo hallazgo debería intentarse, en condiciones adecuadas, en una región tan castigada por las sequías.

En esta parte del estudio se ofrecen hipótesis sobre la estructura general de la depresión, perfectamente validas en la actualidad, al considerar la estructura general de los materiales detríticos depositados sobre un substrato calizo-dolomítico que constituye el acuífero, interpretación acorde con la estructura de la depresión obtenida a partir de columnas de sondeos (ver perfiles geológicos transversales del bajo Andarax, en Sánchez Martos *et al.* 1996, en este mismo Simposio)

En las ramblas, además, aunque secas en la superficie, corren bajo la espesa capa de aluvión que las cubre y aumenta a cada tormenta, aguas constantes resguardadas de la evaporación por los mismos materiales que las cubren; así es que numerosas presas subterráneas y minas multiplicadas, surcan los principales cauces en busca de tan preciado alimento para la agricultura, constituyendo por lo común un sistema de trabajos muy bien entendidos...

El uso de aguas subterráneas en la cuenca del río Andarax data de tiempos prehistóricos; prueba de ello es la conducción al poblado calcolítico de Los Millares, situado en las cercanías de Santa Fé; esta construcción, desaparecida totalmente, recogía las aguas procedentes de manantiales próximos a Alhama (Alonso, 1992; Cara, 1989). En relación con el uso de las redes de distribución asociadas a estas galerías, señalar que se siguen utilizando actualmente, pero ahora con aguas extraídas de sondeos. Datos más recientes sobre las numerosas galerías que drenan los materiales detríticos se ofrecen en el siguiente apartado, en el que se aporta información sobre las más representativas.

Federico de Botella. Madrid, 27 de Enero de 1882

AGUAS SUBTERRANEAS DE LA CUENCA DEL RIO DE ALMERIA (Sánchez Lozano y Marín, 1909)

Este trabajo tiene su origen en una petición realizada por las fuerzas vivas de Almería al Ilmo. Sr. Director de la Comisión del Mapa Geológico de España, con motivo de requerir del mismo intercesión para conseguir amparo del Estado para realizar la pertinente investigación de aguas subterráneas en la cuenca del río Almería; esta acción se considera indispensable para el desarrollo de Almería capital y, sobre todo, de la agricultura de la

zona. Como consecuencia de esta petición, el Director de la citada Comisión ordena al ingeniero jefe D. Rafael Sánchez Lozano, el 18 de Agosto de 1908, que después de reunir los datos necesarios sobre el terreno, en compañía del también ingeniero D. Agustín Marín, le formule el correspondiente informe preliminar sobre las aguas subterráneas del área y sobre la posibilidad de explotación de las mismas, como paso previo e indispensable para iniciar los trámites de una posible campaña de investigaciones más exhaustivas. El artículo citado corresponde al susodicho informe.

.... Concretándonos a la cuenca del río de Almería, que comprende la zona objeto del presente trabajo, debe observarse que el mencionado río, cuyo nombre antiguo es el de Araja o de Andarax, que todavía conserva en la parte alta de su curso, es una corriente de régimen torrencial que apenas lleva agua en las épocas de verano, hasta el extremo de que en la parte baja, a partir de Gádor hasta el mar, queda en seco por efecto de la filtración de las aguas a través de los aluviones depositados en su cauce. En las grandes avenidas del invierno y otoñales arrastra un limo o tarquín que se deposita sobre las tierras de sus márgenes, prestándoles asombrosa fertilidad.

La magnitud del régimen torrencial del río Andarax puede observarse en los hidrogramas obtenidos para la estación de aforos de Canjáyar, en la que se dan importantísimos picos de caudal, junto a largos periodos en los que el cauce permanece seco, especialmente entre los meses de Junio a Septiembre; las aportaciones durante el periodo 1980 - 1992 fluctuaron entre 2 y 43 hm³/año (Pulido Bosch *et al.* 1994).

El aprovechamiento de las aguas superficiales del río de Almería resulta por consiguiente muy limitado, y ha sido preciso recurrir al alumbramiento de las sub-alveas para el abastecimiento de la capital y para el riego de algunas parcelas de terreno. Así y todo, los resultados obtenidos son todavía muy deficientes, y bien puede afirmarse que si no se perfecciona el sistema y si no se completa intentando obtener caudales de importancia, mediante otros procedimientos, habrán de permanecer improductivas grandes extensiones de terrenos, tales como los de Roquetas y Alquíán, vírgenes de cultivo por falta de agua para regarlos.

Este estudio nos indica como en 1909 el abastecimiento de la ciudad de Almería ya dependía de aguas subterráneas, bien a partir de galerías, como la de Alhadra, utilizada tradicionalmente como abastecimiento, o mediante pozos, algunos situados en la proximidad al cauce del río Andarax, en El Chuche; estas dos áreas de extracción se seguían utilizando recientemente (SGOP, 1993). En la década de los 70 se ejecutaron una serie de sondeos en la proximidad de Almería capital, en el acuífero carbonatado, abandonados posteriormente debido a su agotamiento (Carrasco y Martín, 1988). En la actualidad, prácticamente la totalidad del abastecimiento a la ciudad de Almería sigue siendo de origen subterráneo, y corresponde a extracciones situadas en la rambla de Bernal, ya en las estribaciones de Sierra de Gádor, en el término municipal de El Ejido.

Estas dos áreas poseen actualmente explotaciones hortofrutícolas con altos rendimientos en relación con los cultivos bajo plástico, mediante sistemas de explotación que requieren únicamente la implantación de suelos artificiales, poseyendo gran eficiencia en el uso del agua (Navarrete, 1992); en la zona de El Alquíán su desarrollo se debe a la explotación de aguas subterráneas extraídas en la zona Viator - Pechina, preveyéndose en un futuro cercano la reutilización de las aguas residuales de la ciudad de Almería (Pérez y Valverdú, 1995)

El alumbramiento de las aguas sub-alveas del río de Almería se realiza por medio de galerías, que a veces alcanzan gran longitud; filtranse en ellas las aguas, y a la salida al exterior dan lugar a diferentes fuentes de caudales variables, desde 700 metros cúbicos por

hora que tienen la de Villator y la de Calderona, hasta 100 metros cúbicos en las de Pechina y Partidores. En época normal se utilizan unos 750 litros por segundo para el abastecimiento de la capital y riego de la vega, aparte de las aguas que se extraen por pozos y norias.

Estas galerías son las formas más antiguas de explotación de aguas subterráneas en el aluvial del bajo Andarax; actualmente existen diez grandes galerías, entre ellas destaca la denominada Alhadra, utilizada como abastecimiento a la ciudad de Almería; se extiende desde los llanos de Alhadra hasta la barriada de El Potro, al norte de Huércal, con un recorrido de 5,2 km (Alonso, 1992). En la margen izquierda se extiende la galería del Mami, de menor longitud, prácticamente abandonada. Hacia el norte hay cinco galerías más, entre Rioja y Huércal, cuyas longitudes oscilan entre 4,5 km, que posee la fuente de Benahadux, y 2,5 km, en la fuente de Viator; las tres galerías situadas al norte de Gádor son más pequeñas, no superando los 2 km de longitud (SGOP, 1993). Los caudales de todas ellas son muy variables, llegando a agotarse normalmente en estiaje. En relación a las galerías nombradas en el trabajo, señalar que la galería de Alhadra presenta, después del agotamiento estival, caudales punta de más de 100 l/s. En la fuente de Viator, que debe de corresponder a la de Villator del trabajo original, los caudales oscilan entre 20 y 50 l/s. La fuente de la Calderona, próxima a Gádor, llega a secarse también en estiaje. Las fuentes de Pechina y los Partidores, ésta última situada en las cercanías de Gádor, presentan caudales inferiores a 25 l/s (SGOP, *op cit.*).

El referido caudal, por si solo insuficiente para el riego de vega tan extensa cual es la de Almería, disminuye notablemente en los veranos, y durante las sequías prolongadas se reduce de tal suerte, que en las dos fuentes que surten a la capital, denominadas "Larga" y "Redonda", oscila entre 14 y 70 litros el caudal disponible por segundo, deficiente a todas luces para satisfacer las más indispensables necesidades de la población.

...Las aguas procedentes de las lluvias y de la fusión de las nieves en las alturas de las sierras, dentro de la zona de las líneas de fractura, encuentran múltiples grietas por donde penetran en el interior de la tierra hasta las grandes profundidades, donde adquieren temperatura elevada; ascienden luego por consecuencia de su menor densidad, y salen a la superficie, después de un proceso de circulación subterránea más o menos complicada, en los parajes bajos de las mismas líneas de fractura.

Consignaremos ahora algunos datos relativos a las fuentes termales de Alhama la Seca y Sierra Alhamilla, interesantes al objeto del presente estudio.

Los manantiales de Alhama la Seca nacen inmediatos al pueblo de su nombre en el cerro llamado Vilano o de la Cruz, de las estribaciones de la Sierra de Gádor, y a 145 metros de altitud.

Las capas de caliza triásica forman allí amplia bóveda, por debajo de la cual asoman las pizarras o láguenas cambrianas; las calizas aparecen en parte metamorfoseadas en una dolomía que forma una mancha prolongada de N. a S., y en masa junto al contacto con las pizarras nacen las aguas termales en dos fuentes que se denominan Antigua la más alta y Nueva o de la Fé la otra.

Brotan a 46° centígrados de temperatura y en conjunto arrojan un caudal de unos 45 litros por segundo, según resultó de un aforo aproximado que hicimos.

Se han clasificado entre las bicarbonatadas cálcicas litínicas ferruginosas; su mineralización en materias fijas es sólo de 0,5247 gramos por litro, y así se explica que se utilicen en el pueblo para beber, para el lavado de ropas y en el riego de la vega.

Según tradición corriente las aguas de la fuente Vieja han sufrido vicisitudes de crecida y mengua, ya por terremotos, ya por lluvias y otras causas. Pero el acontecimiento más notable ocurrido en ellas fué, según consta en una Memoria debida al farmacéutico D. Gil Ramón Rodríguez, que a consecuencia de haberse practicado un pozo en lo alto de la

población, luego que se hallaron las aguas, menguó el caudal de la antigua fuente de un modo notable, descendiendo al mismo tiempo su temperatura, mientras que la Nueva la tenía mucho más elevada.

Esta situación comentada en 1909 se ajusta a la realidad; en el momento actual la descarga natural ha desaparecido y el acuífero carbonatado es explotado mediante una serie de sondeos dispuestos a lo largo de la fractura de borde situada entre las localidades de Instinción y Alhama de Almería, lo que ha provocado descensos del nivel piezométrico de 2 a 3 m/año (Carrasco y Martín, 1988).

Una extensa meseta de travertinos y tobas procedentes de la precipitación de la cal de las aguas termales se encuentra inmediata al pueblo de Alhama, y demuestra que los manantiales debieron en remotos tiempos surgir en otros parajes y ser probablemente en mayor número y más abundantes que en la actualidad.

Las fuentes termales de Sierra Alhamilla están situadas en la falda meridional de la sierra de su nombre a 13 kilómetros de Almería, a 461 metros de altitud en los barrancos del Rey y del Infierno.

Brotan las aguas a temperaturas de 57° centígrados en el contacto de las láguenas con las dolomías triásicas, resultado del metamorfismo de la caliza, como en Alhama. El caudal es de 10,5 litros por segundo; en el pueblo hay una fuentecilla que arroja dos decilitros solamente.

En al zona donde nacen las aguas se observan repetidas fallas, en relación indudable con los yacimientos de hierro allí existentes.

Próximos al manantial termal se encuentran otros que nacen también en el contacto de las calizas con las pizarras, pero a temperatura más baja, pues en la fuente de los Sres. Carmona es de 25° y en otras dos menos caudalosas de 29° y 30°, de suerte que es probable que se trate de aguas frías cuya temperatura se ha elevado algunos grados por la proximidad del manantial termal.

Parece ser que después de los terremotos de 1885 varió algo el caudal de las fuentes termales, y al propio tiempo sufrió algún aumento de temperatura.

Datos de esta variación han sido constatados por otros historiadores; Tapia (1980) indica como la temperatura se incrementó hasta 55 °C en relación con el terremoto de 1885 que se produjo en Vera. Estudios posteriores a 1970, ofrecen temperaturas próximas a 57 (Granda et al, 1973) y 52 °C, respectivamente (IGME, 1983, Sánchez Martos, 1990, Pulido Bosch et al., 1992).

En Sierra Alhamilla, al igual que en Alhama, se presentan junto a las fuentes termales los travertinos y tobas, bien que ocupando espacio mucho más reducido, y parecen indicar, por su situación, la existencia anterior de otros manantiales distintos de los actuales.

...En resumen, de lo expuesto deducimos las conclusiones siguientes:

1ª Es de vital interés para el desarrollo agrícola de la cuenca del río de Almería el descubrimiento de aguas artesianas aplicables al riego.

2ª Cabe la posibilidad de encontrar las referidas aguas dentro de los estratos permeables del terreno terciario, y en mayor abundancia, probablemente, en las calizas triásicas allí donde se hallen infrapuestas a áquel.

3ª El paraje más a propósito para las primeras investigaciones es la vega del río de Almería en las inmediaciones del pueblo de Rioja.

4ª Si mediante el primer sondeo no se obtuviera resultado favorable, deberán repetirse los ensayos, ya que el éxito depende de un accidente casual, cual es que la sonda comunique con alguna de las fisuras de la red acuífera en las calizas triásicas.

5ª En múltiples parajes del terreno terciario puede suceder que se encuentren aguas artesianas a profundidades pequeñas fácilmente aseguibles con sonda de mano; la

determinación de tales parajes exigiría un estudio previo de las respectivas localidades.

Como consecuencia de las precedentes conclusiones, aparece bien manifiesta la utilidad que pudiera reportar la ejecución de las investigaciones de aguas artesianas en el estrecho de Rioja, y si se trata de que el Estado las subvencione, conviene tener presente que por Real orden de 1º de Julio de 1908 se ha dispuesto como condición precisa para percibir el referido auxilio que previamente se haya ejecutado parte de la obra.

Rafael Sánchez Lozano y A. Marín. Madrid, 7 de Julio de 1909

CONSIDERACIONES FINALES

Los trabajos ahora recordados sirven para poner de manifiesto el interés que ya se tenía en aquella época por las aguas subterráneas en **Almería**, y más concretamente en la cuenca del río **Almería** (o **Andarax**), en una región permanentemente azotada por sequías e inundaciones, y frenada en su desarrollo urbano y agrícola, sobre todo, por la falta de recursos estivales. La frecuente ocurrencia de episodios tormentosos, generadores de avenidas, es otra de las hondas preocupaciones de los ingenieros de la época. Se cita como causa muy influyente en las mismas la deforestación de las sierras **Nevada** y de **Gádor**, en gran parte debida al auge minero, y a la necesidad de proveerse de combustibles vegetales. Ya entonces, como precursores de lo que después serían las actuaciones del Patrimonio Forestal del Estado, se recomienda la reforestación urgente, apoyada en la construcción de diques. También se sugieren algunos emplazamientos para la construcción de pequeñas presas de regulación superficial.

Pero queda patente que la orografía, la fuerte tasa de erosión y la irregularidad climática son determinantes para reducir fuertemente el papel regulador de las aguas superficiales. Casi todos los abastecimientos de la época lo son a partir de aguas subterráneas, manantiales fundamentalmente, y a partir de minas y galerías, muy practicadas (y "entendidas" según terminología propia) en todas las ramblas y cauces de la cuenca. Coincidiendo con el auge de los balnearios y las aguas termales, se destaca la descripción de este tipo de aguas existentes en la cuenca, obviando otras surgencias más importantes en caudal (como la de **Godoy**), pero de aguas frías.

Por fin, se ofrecen diagnósticos muy acertados de exploración y perforación de aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la región, sobre todo pensando en áreas como **El Alquíán** y **Roquetas**; se entiende que el mayor potencial lo presenta el acuífero carbonatado triásico, y se presiente su localización próxima bajo el relleno detrítico neógeno-cuaternario en algunos sectores, especialmente interesantes para su perforación, entre los que se destaca el estrecho de **Rioja**.

Con la perspectiva que da el transcurso de aproximadamente un siglo, se puede concluir que en muchos comentarios y apuntes, los citados trabajos fueron premonitorios de lo que habría de ocurrir años después, con la fuerte explotación de las aguas subterráneas de los acuíferos carbonatados triásicos, el agotamiento de las surgencias y el auge agrícola de los sectores de **Níjar-El Alquíán** y de **Roquetas-Campo de Dalías**.

REFERENCIAS

Alonso Blanco, J.M. (1990). Geología de los yacimientos de azufre de Benahadux y las balsas de Gádor. *Bol. Geol. y Min.* Vol. 101-3: 419-429.

- Alonso Blanco, J.M. (1992). *Contribución al estudio hidrogeológico del Bajo Andarax*. Inédito.
- Benavente, J. *et al.* (1990) Contents analysis of stable isotopes in aquifers from the coastal mountains chain of Gádor-Lújar (southeast Andalusia, Spain). *Memoires of the 22 Congress of IAH*. Vol V: 415-424. Lausanne. Suiza.
- Cara Barrionuevo, I. (1989). El agua en las zonas áridas. Arqueología e historia. Hidráulica tradicional de la provincia de Almería. *Inst. de Estudios Almerienses*. 50 pág.
- Carrasco, A. y Martín G. (1988). Hidrogeología de los acuíferos del valle del Andarax (Almería). *TIAC'88*. Vol II: 37-68.
- de Botella, F. (1882). Reseña física y geológica de la región S.O. de la provincia de Almería. *Bol. Com. Mapa Geológico de España*. Tomo IX: 227-315.
- IGME (1977a). *Estudio hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería)*. Informe Técnico VI. PNIAS. IGME-IRYDA.
- IGME (1977b). *Estudio hidrogeológico de la Cuenca Sur (Almería)*. Memoria Resumen. Servicio de Publicaciones. Ministerio de Industria. 145 pág.
- IGME (1983). *Prospección Geotérmica en la Depresión de Almería*. 6 vol. Inédito.
- Navarrete, F. (1992). *Contribución al conocimiento hidrogeoquímico del Campo de Dalías (Almería)*. Tesis Doctoral. Univ. Granada. 435 pág.
- Pérez, J. y Valverdú, A. (1995). Reutilización de aguas residuales de la ciudad de Almería en los regadíos del Bajo Andarax. *II Seminario "El Agua presente y futuro: gestión y uso de los recursos hídricos"* Instituto de Estudios Almerienses. Inédito.
- Pulido Bosch, A. *et al.* (1986). *Estudio hidrogeológico de la cuenca del río Adra*. Univ. de Granada - LUCDEME. Inédito.
- Pulido Bosch, A. *et al.* (1992). Considerations hydrochimiques sur le thermalisme dans les matériaux carbonates du bas et moyen Andarax (Almeria Espagne). *Cinquième Colloque d'Hydrologie en pays calcaire et milieu fissuré*. Annales Scientifiques de l'Université de Besaçon. Memoires Hors de Serie n°11: 215-232.
- Pulido Bosch, A. *et al.* (1994). Consideraciones sobre la contaminación en las aguas subterráneas del Bajo Andarax. (Almería). *Congr. Nac. Análisis y Evolución de la Contaminación de las Aguas Subterráneas*. Alcalá de Henares. Vol.II: 179-196.
- Sánchez Lozano, R. y Marín, A. (1909). Aguas subterráneas de la cuenca del río de Almería. *Bol. Inst. Geol. España*. Tomo XVI (1915) (2ª serie): 309-320.
- Sánchez Martos, F. (1990). *Contribución al conocimiento hidrogeológico del Bajo Andarax (Almería)*. Tesis de Licenciatura (inéd.). Univ. Granada. 236 pág.
- Sánchez Martos, F. *et al.* (1993). Consideraciones previas sobre la evolución de algunos parámetros físico-químicos en las aguas del río Andarax. *Boletín del Instituto de Estudios Almerienses*, n°11/12: 7-25
- Sánchez Martos, F. *et al.* (1996). Recorrido hidrogeológico por el Bajo Andarax-Sierra de Gádor-Campo de Dalías. *IV SIAGA*. Almería.
- SGOP (1993). *Estudio de inventario de captación y usos del agua subterránea de los acuíferos sobreexplotados de Pulpi, Campo de Níjar y Bajo Andarax (Almería)*. 4 Tomos. MOPU. Inédito.
- Tapia Garrido, J.A. (1980). *Los Baños de Sierra Alhamilla*. Ed. Cajal. 130 pág. Almería.