

**ITINERARIO
HIDROGEOLÓGICO
POR EL LITORAL
MEDITERRÁNEO
ANDALUZ**

**LUIS SÁNCHEZ DÍAZ
ANTONIO CASTILLO MARTÍN (eds)**

CAPÍTULO 7 ACUÍFERO DE ALMUÑÉCAR

J.BENAVENTE¹, L.SÁNCHEZ-DÍAZ¹ y A. CASTILLO²

¹Universidad de Granada; ²CSIC y Universidad de Granada



Figura 35. Mapa de situación del itinerario propuesto. Foto superior, sector de desembocadura del río Seco, en la playa de San Cristóbal. Foto inferior, el río Verde a su paso por la barriada de Torrequevas.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El acuífero aluvial de Almuñécar se encuentra situado en el extremo occidental del sector costero de la provincia de Granada. Ocupa la parte más baja de las cuencas hidrográficas de los ríos Verde y Seco, que nacen en Sierra Almijara (Fig. 35). La extensión de ambas cuencas es de 96 y 21 km², respectivamente.

INTERÉS HIDROGEOLÓGICO Y SITUACIÓN ACTUAL

Durante los últimos veinte años, el acuífero aluvial de Almuñécar ha sido objeto, con relativa frecuencia, de sobreexplotación estacional, lo que ha dado lugar a procesos más o menos severos de intrusión marina en el mismo. Los primeros indicios preocupantes tuvieron lugar a principios de los ochenta, aunque la situación más crítica coincidió con la sequía de los años 1992 a 1995.

En el caso del aluvial del río Verde, en épocas de estiaje -debido al incremento en los bombeos- se han llegado a identificar descensos locales del nivel piezométrico de unos 5 m bajo el nivel del mar. En tales periodos, captaciones situadas 2 km tierra adentro, como es el caso del sondeo del barranco de Itrabo, indicado en la foto panorámica de la parada 1, han experimentado problemas de salinización. En época invernal, coincidiendo con la recarga del acuífero y el descenso de los bombeos, ocurre el proceso contrario: el importante flujo de agua dulce al mar produce el lavado del acuífero. Estos ciclos de intrusión-extrusión se producen de manera rápida debido a la alta permeabilidad del acuífero (FERNÁNDEZ RUBIO et al., 1988).

Esta problemática ha llevado a la elaboración y ejecución de actuaciones y planes específicos, tales como la ordenación de extracciones, explotación de acuíferos carbonatados de cabecera, trasvases desde la cercana cuenca del río Guadalfeo y reutilización de aguas residuales (actualmente se ha construido una planta junto al cauce del río Verde, cuyas aguas se están recargando en parte: foto panorámica de la parada 1).

La situación ha mejorado notablemente desde el trasvase del río Guadalfeo, pues no se ha vuelto a producir una bajada tan importante de los niveles de agua en el acuífero, si bien es verdad que no se ha padecido una sequía tan continuada como la de aquellos años.

SÍNTESIS HIDROGEOLÓGICA

Este acuífero corresponde a las formaciones aluviales de los ríos Verde y Seco, los cuales desembocan al este y oeste, respectivamente, del núcleo urbano de Almuñécar, situado originalmente en un cerro que co-

rresponde a un afloramiento de rocas metamórficas que se prolonga ligeramente hacia el mar (Peñón del Santo, fácilmente perceptible en la foto superior de la página de portada de este acuífero). En la actualidad, el desarrollo urbanístico ha hecho que Almuñécar se extienda más allá de ambos cauces, especialmente a lo largo del paseo marítimo y alrededores inmediatos.

El acuífero está constituido por arenas y gravas con una fracción pequeña de limos, por lo que tanto su porosidad intergranular como su permeabilidad son elevadas. Estos materiales están encajados en un potente conjunto metapelítico que constituye el substrato impermeable (Fig. 36). El aluvial del río verde ocupa una extensión próxima a los 5 km², y su espesor varía desde unos 40 m, a la altura de la vecina localidad de Jete, hasta unos 60-80 m en la costa (ITGE-JA, 1998). La superficie y espesores del aluvial del río seco son inferiores.

Se trata de un acuífero libre en la mayor parte de su extensión. La posición del nivel piezométrico es variable según la época del año. En febrero-abril, en situación de aguas altas, muestra un flujo continuo hacia el borde costero. En septiembre-noviembre, en situación de aguas bajas, se pone de manifiesto, aproximadamente 2 km tierra adentro, un conoide de depresión más o menos generalizado, el cual ha llegado a presentar, según se ha citado, cotas negativas de unos 5 m, situación hidrodinámica que origina la intrusión marina referida. Ambas circunstancias son patentes en los mapas de isopiezas que se presentan más adelante (Fig. 38).

La recarga media del acuífero se ha estimado entre 11 y 17 hm³/año (ITGE-JA, 1998), la mayor parte de la cual se relaciona con la infiltración de aguas circulantes por los dos cauces principales. A este respecto, es particularmente destacable el efecto del río Verde, pues su aportación es permanente (aunque a la altura de Almuñécar esto no sea apreciable, porque su caudal es derivado aguas arriba). Ello obedece a que este río recibe el drenaje de una serie de surgencias en su sector de cabecera (sierras de Almijara y Cázulas). Por el contrario, el régimen hidrológico del río Seco es fuertemente irregular, permaneciendo sin flujo durante largos periodos de tiempo. El propio nombre de los ríos es una clara referencia a su régimen típico de aportaciones.

El que la recarga del acuífero esté determinada estrechamente por las aportaciones fluviales implica, entre otros aspectos, que los caudales subterráneos circulantes van a experimentar variaciones considerables entre años de sequía y otros de anormal pluviosidad. Esto se refleja en los hidrogramas incluidos en la figura 36, donde se advierte el efecto de la sequía de 1992-1995 y su recuperación tras las importantes aportaciones del año 1996. Se comprueba este comportamiento tanto en los niveles registrados en un piezómetro de control como en los caudales de la galería de las Angosturas, de la que luego se tratará con más detalle.

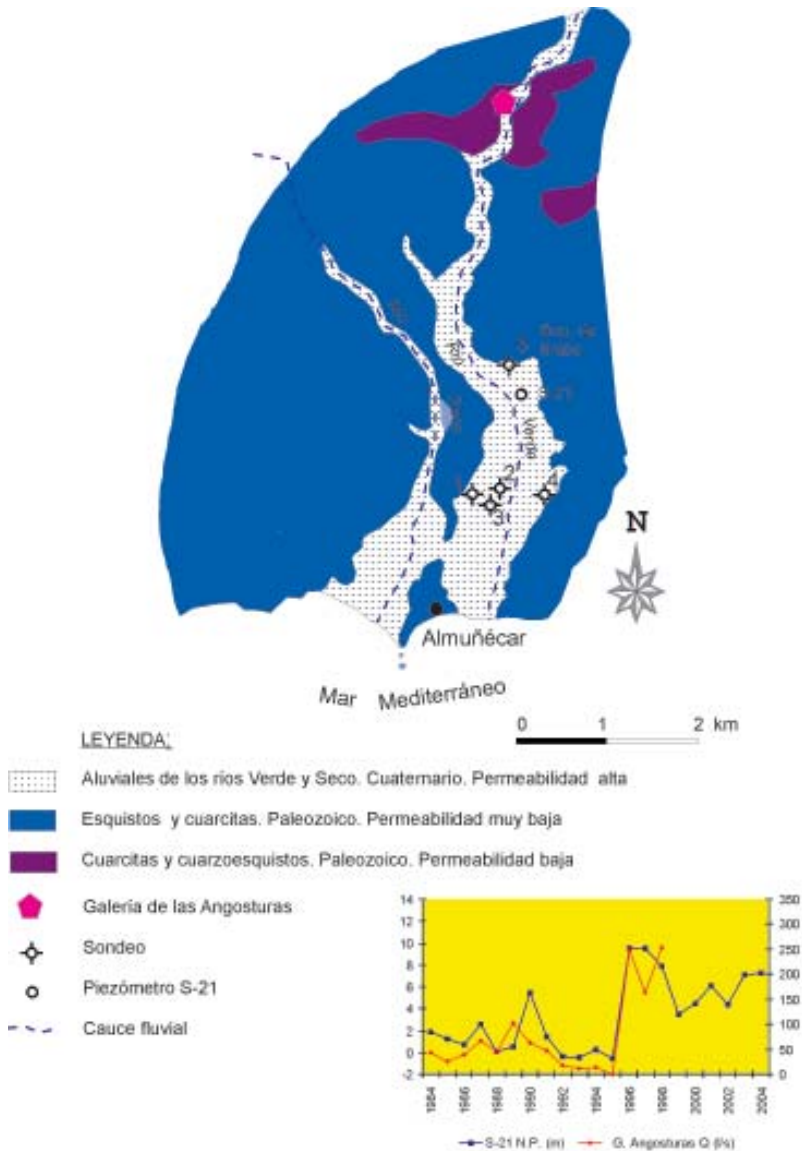


Figura 36. Esquema hidrogeológico del acuífero aluvial de los ríos Verde y Seco de Almuñécar (sintetizado de AVIDAD y GARCÍA DUEÑAS, 1981 y DIPUTACIÓN DE GRANADA-ITGE, 1990). Hidrograma de la galería de las Angosturas (1984-1998) y niveles en un piezómetro del río Verde (1984-2004) (Fuente: CHSE)

La descarga del acuífero se produce por bombeos, del orden de 9 hm³/año, concentrados en los meses estivales. El resto de la descarga, unos 3 hm³/año, se produce subterráneamente hacia el mar, presumiblemente durante la época de aguas altas. El total asciende a unos 12 hm³/año (ITGE-JA, 1998).

Si se consideran las diferencias estacionales entre los volúmenes estimados de recarga y descarga en el acuífero, habría que hacer una distinción entre el balance en la estación húmeda, donde se produce la salida de agua dulce al mar, y en la estación seca, donde la ausencia de agua subterránea se verá suplida con la intrusión de agua del mar (CALVA-CHE, 1991).

Las aguas son de tipo bicarbonatado cálcico y buena calidad natural. Las mejores características se registran en el aluvial del río Verde, aguas arriba de la rambla de Itrabo, donde la salinidad total no suele superar los 600 mg/l. Aguas abajo de dicho sector llegan a ser patentes los efectos de la intrusión marina y en muchas captaciones se aprecia, sobre todo durante el estiaje, un incremento de salinidad total hasta valores de 5.000 mg/l, con aguas de tipo clorurado sódico (ITGE-JA, 1998). Los contenidos en nitratos se encuentran dentro de los límites admitidos por la legislación (< 50 mg/l).

Itinerario propuesto: (Fig.35)

- ❖ **Parada 1.** *Panorámica del aluvial del río Verde*
- ❖ **Parada 2.** *Galería de las Angosturas*

La parada 1 ha sido seleccionada porque desde ella se tiene una buena panorámica del aluvial del río Verde y, en particular, del área donde normalmente se concentran los bombeos en época de sequía, lo cual induce la intrusión marina, según se ha mencionado anteriormente.

La parada 2 se dedica a la galería de las Angosturas, obra de captación romana o incluso más antigua. Tiene interés histórico por tratarse del antiguo abastecimiento a Almuñécar y por la forma de conducción de sus aguas, mediante acueductos romanos en buen estado de conservación.

PARADA 1. PANORÁMICA DEL ALUVIAL DEL RÍO VERDE

La parada se realiza a la salida (hacia Motril) de la localidad de Almuñécar (Fig. 35), a la altura del km 316 de la CN-340. Desde aquí se observa en primer término el cauce del río Verde y su aluvial, donde se asienta la

Vega de Almuñécar, en la que predomina el cultivo de frutos tropicales, tales como la chirimoya y el aguacate, muy típicos de esta zona. Al fondo, los relieves carbonatados de Sierra Almijara y, en segundo plano, las meta-pelitas que constituyen el substrato y los bordes impermeables de dicho aluvial (foto panorámica).

También se pueden apreciar numerosas captaciones, que generalmente en época de estiaje experimentan procesos de salinización, las cuales disminuyen la calidad de sus aguas debido a un aumento importante de cloruros a causa de los procesos ya mencionados de intrusión marina. También se observa el pozo de abastecimiento del barranco de Itrabo (nº 5 en la Fig. 36), que llegó a salinizarse en la sequía de 1995; está a cota 26 m.s.n.m, y alcanza una profundidad de 41 m; su explotación es del orden de 0,7 hm³/a. Muy próximo a él se encuentra la estación de tratamiento de aguas residuales.

El abastecimiento a la localidad de Almuñécar se realiza desde diversos puntos (Fig. 37):

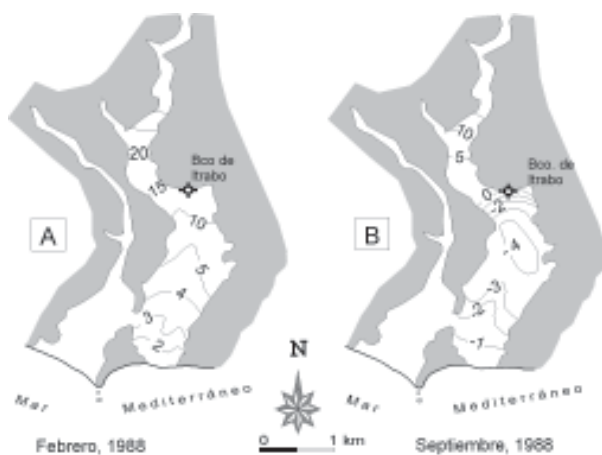
- Trasvase desde el río Guadalfeo:	2,5	hm ³ /a
- Galería de las Angosturas:	0,8	"
- Sondeo en el barranco de Itrabo:	0,7	"
- Sondeos en el aluvial del río Verde:	0,3	"
- Sondeos en el arroyo de Cantarriján:	0,1	"
Total	4,2	hm³/a

En la Vega de Almuñécar, el Ayuntamiento dispone de cuatro captaciones (números 1 a 4 de la figura 36) que toman el agua del acuífero aluvial del río Verde. Los sondeos son de características similares; se encuentran a cotas entre 12 y 14 m.s.n.m. y llegan a una profundidad de 55 m. Tienen capacidad para aportar un caudal de 60 l/s cada uno.

Para reducir los riesgos de salinización nunca funcionan dos a la vez. Se han llegado a detectar valores por encima de los 8.000 mg/l de cloruros en diciembre de 1989. Ello está provocado por las elevadas extracciones que se producen en periodos de estiaje, precedido de periodos poco lluviosos, lo cual induce un descenso importante del nivel piezométrico (Fig. 38).



Figura 37. Localización de los principales puntos de abastecimiento a la localidad de Almuñécar. Las cifras representan la extracción media en hm³/año de los últimos 5 años (1999-2004)



- LEYENDA:**
- Aluviales de los ríos Verde y Seco. Cuaternario
 - Materiales paleozoicos
 - ~ Isopieza (m.s.n.m.)

Figura 38. Mapas de isopiezas del aluvial de Almuñécar. (A) Isopiezas en aguas altas; (B) Isopiezas en aguas bajas (modificado de ITGE-JA, 1998)

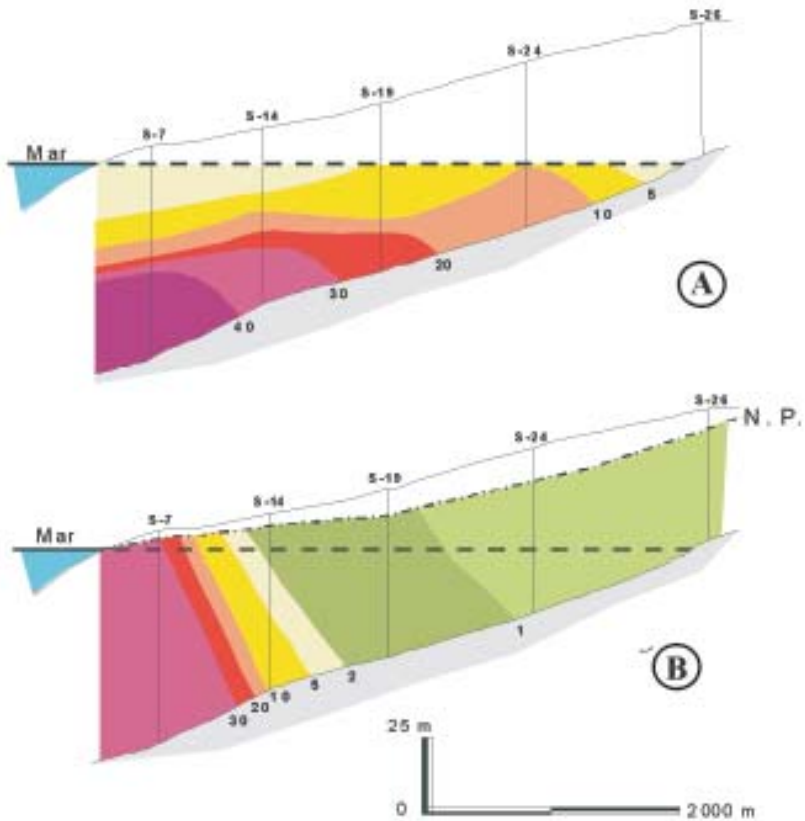


Figura 39. Panorámica del aluvial del río Verde desde la parada 1 e isovalores de conductividad eléctrica del agua en agosto de 1995 (A) y febrero de 1996 (B). (simplificado de BENAVENTE *et al.*, 2004, a partir de datos originales de CARRASCO *et al.*, 2000).

En la figura 39 se representa un corte longitudinal del acuífero con indicación de diferentes valores de conductividad medidos en distintas épocas. El caso A muestra los efectos de la intrusión marina en condiciones muy favorables a dicho proceso, pues corresponde al verano de 1995, tras un importante periodo de sequía. El caso B refleja el efecto de lavado producido como consecuencia de la importante recarga acaecida a comienzos de 1996. No obstante, la distribución de salinidades en el sector costero que resulta en este último caso es relativamente anómala.

PARADA 2. GALERÍA DE LAS ANGOSTURAS

Para llegar a esta galería se toma la carretera desde Almuñécar hacia la localidad de Jete (carretera de la Cabra), en cuyo término municipal se encuentra dicha captación. El lugar se encuentra a 8 km de Almuñécar y a 1 km de la señal que nos indica el límite de esta localidad con el cercano municipio de Jete. Desde la carretera, convenientemente señalizada por un cartel, se puede ver en la margen derecha del río Verde la gruta de la Virgen de las Aguas. El primer registro de la galería se encuentra al atravesar el río Verde desde la margen izquierda, lugar donde existe un estrecho carril que lleva directamente a la galería, situada a unos 50 m del cauce del río.

Se trata de una captación a cota 55 m.s.n.m, seguramente realizada en el lugar en que en tiempos históricos (púnicos o romanos) existía una surgencia. Esta captación ha sido la única fuente de abastecimiento a la localidad de Almuñécar hasta los años 70 del siglo pasado. La longitud de dicha galería es desconocida y fue realizada en el propio aluvial del río Verde en la época púnica o romana, siendo la anchura del acuífero en ese punto de unos 45 m tan sólo. Es probable que dicho estrechamiento del valle fluvial ofreciese las condiciones hidrogeológicas favorables para la aparición de la surgencia mencionada (GARCÍA GARCÍA et al., 1981).

Esta galería capta las aguas subálveas del río Verde y se inicia en una pequeña gruta donde la devoción popular situó una Virgen de hierro fundido, cuya negra silueta puede verse desde la carretera. Se conoce como la Virgen Negra o Virgen de las Aguas.

Las aguas aflorantes fueron conducidas mediante canales y acueductos hasta el pueblo de Almuñécar, algunos de los cuales se conservan aún en la zona y se pueden ver a lo largo del recorrido. Se trata de la obra arquitectónica de mayor longitud que existe en España (DEL MORAL MARTÍN, 1994).

La conducción de aguas en su conjunto constaba de los siguientes elementos: galería enterrada, canal sobre muros, seis obras en arcada, túnel de trasvase de cuenca, arquetas, sifón y depósito final. Estos dos últimos han desaparecido con el tiempo. El túnel de trasvase mencionado se encuentra a la altura de la barriada de Torrecuevas y lleva las aguas hasta el río Seco.



Entorno y situación de la galería de las Angosturas, cerca de la parada 2



Gruta de la Virgen de las Aguas, donde comienza la galería de las Angosturas (Jete) y uno de los primeros registros de la misma (febrero, 2005)



Acueducto de Torrecuevas. Destacan sus arcadas de medio punto, típicamente romanas. Desde aquí se inicia el túnel de trasvase al río Seco



Acueducto romano situado en la margen izquierda del río Seco, por donde discurría el agua trasvasada desde el río Verde, del cual destaca su doble arcada

Respecto a los caudales que fluyen por esta galería, en los aforos efectuados en los años 60 se llegaron a medir caudales de 350 l/s; en los años 80 los caudales disminuyeron por debajo de 100 l/s, y en los 90 (a partir del año 1996, de muy alta pluviosidad) se midieron valores por encima de los 250 l/s (ver Fig. 36: hidrograma de las Angosturas).

El incremento de las extracciones y los efectos de las sequías han originado una importante reducción en el caudal aportado por esta galería. En la actualidad sólo alcanza los 60 l/s de caudal medio, y se llega a secar en época de estiaje. Aproximadamente unos 45 l/s son destinados en la actualidad para abastecimiento a La Herradura y Almuñécar, mientras que el resto es utilizado para regadío.