

ALMUÑECAR – INTRUSION SALINA. SOLUCIONES A UN PROBLEMA

1. Preámbulo

2. Síntesis de un problema

3. Posibilidades de actuación

3.1. Planteamiento

3.2. Regulación del río Verde en cabecera

3.3. Recarga artificial del acuífero aluvial

3.4. Recarga artificial próxima al mar

3.5. Pantalla impermeable

3.6. Trasvase desde el río de La Miel

3.7. Trasvase de la cuenca del río Guadalfeo

a) Derivación de aguas superficiales

b) Captación de aguas subterráneas

4. Conclusión

**ALMUÑÉCAR - INTRUSION SALINA.
SOLUCIONES A UN PROBLEMA**

R. Fernández-Rubio
Cátedra de Hidrogeología. E.T.S. Ingenieros de Minas, Madrid.

1. PREAMBULO

Con este trabajo pretendo rendir homenaje de agradecimiento a cuantos, desde hace más de cuarenta años, hicieron nacer en mí la vocación hidrogeológica, y a cuantos, identificándome con sus problemas, dieron a mi actividad una impronta de aplicación práctica, que he tratado de infundir, a su vez, a las nuevas generaciones de hidrogeólogos que tuve la fortuna de modelar, desde el seno de la Universidad, y desde la actividad consultora.

Fue en Almuñécar donde, por arraigo familiar pasaba los veranos, en la ya lejana juventud, donde nació mi vocación hidrogeológica.

Fue en aquella Fuente Piedra, hoy desaparecida y desconocida de muchos, que surgía en las arenas de la playa, con caudal muy abundante, y que, apenas nacer, iba a parar al mar, olvidándose de que era agua dulce. Fue en aquellas extensas áreas pantanosas, que se extendían en una amplia franja costera de la desembocadura del río Verde, donde el agua surgía dispersa y, en pequeños riachuelos, para ir también a morir al mar. Fue en aquellos primeros pozos de la playa de San Cristóbal, donde la fantasía popular hacía volar su imaginación, para explicar la presencia de agua dulce tan cerca del mar. Fue en la imagen de un río Verde, con aguas apocalípticas, tras las lluvias intensas, que arrastraban y arrojaban al mar enseres domésticos y animales, al tiempo que devastaban y asolaban unas tierras cultivadas con

esfuerzo, inteligencia y mimo ...

Fue todo aquello, y mucho más, lo que hizo nacer en mí un deseo de conocer los secretos del agua y, especialmente los del agua oculta, con la que el poeta identificó a Granada.

A lo largo de los años las circunstancias en este entorno han cambiado mucho, y estas aguas han pasado, de ser un bien excedentario, a ser un recurso escaso y problemático.

En esos años, por este interés, y gracias al apoyo de los hombres de estas tierras, he trabajado aquí de manera ininterrumpida, con mis propias investigaciones y las de colaboradores, a los que iniciaba en el campo de la hidrogeología, teórica y aplicada, en este laboratorio de la naturaleza, el más didáctico de todos.

Es así que, en el devenir del tiempo, he podido conocer, antes que otros, sus características hidrológicas, he podido anunciar anticipadamente sus problemas, no siempre comprendidos por otros, y he podido plantear las soluciones que esos otros han hecho suyas, a veces sin mencionar la fuente de donde brotaron.

Con esta perspectiva, y sin olvidar la prospectiva de futuro, voy a sintetizar lo que he expuesto en informes, publicaciones y conferencias, como vías de solución real al problema del agua en Almuñécar. Algunas de estas soluciones, que incluso en su día no eran compartidas por políticos hidráulicos, e incluso se consideraban utópicas, hoy están en fase de proyecto o en curso de ejecución, tras haberse mentalizado los políticos y técnicos, que tienen en su mano el poder de decisión y los medios de actuación.

2. SINTESIS DE UN PROBLEMA

Almuñécar, una población de vieja tradición pescadora y agrícola, con unas condiciones climáticas excepcionales, y presencia palpable de abundante agua dulce, fue lugar de arribo y asentamiento de muchos pueblos mediterráneos y

del interior.

Esta abundancia de aguas subterráneas planteaba problemas a los agricultores, en la llanura del bajo río Verde, al encharcarse permanentemente sus tierras y al producirse la asfixia radicular.

La abundancia de estas manifestaciones, de agua superficial, estaba motivada por una recarga abundante en el acuífero aluvial del río Verde, muy permeable en el sector alto y medio, y por la presencia, próxima al mar, de una cierta barrera y confinamiento, constituida por los sedimentos más distantes del área erosiva de cabecera y, por tanto, de matriz arcillosa y limosa.

El cambio de hábitos agrícolas, en la década de los años setenta, con implantación masiva de cultivos arbóreos tropicales, que cada día ganan más y más terreno a las laderas, así como el desarrollo de una ocupación turística, que igualmente día a día crece y se desarrolla sin fronteras, han supuesto un incremento acelerado en las extracciones de aguas subterráneas, que ha provocado la inversión de los gradientes hidráulicos, y la invasión marina, con avances kilométricos tierra adentro.

Esta explotación presenta, por otra parte, un desequilibrio muy notorio entre la época invernal, en la que se produce prácticamente la única recarga del acuífero, y la época de verano, en la que se intensifican las extracciones, tanto para atender a la demanda turística, como para atender a las necesidades impuestas por el cultivo tropical de aguacate y chirimoyo (en su periodo más activo).

He de añadir que, además, no se ha llegado a la situación de equilibrio, debido a que tanto la población fija como la turística están en continuo incremento, y debido a que las especies frutícolas, con un crecimiento arbóreo lento, cada día requieren mayores dotaciones de agua de riego.

Frente a estas características de la demanda, y frente a la magnitud del problema creado por la intrusión marina, se pueden ofrecer una serie de soluciones, complementarias y no excluyentes, que se exponen a continuación.

3. POSIBILIDADES DE ACTUACION

3.1. Planteamiento

Como he señalado anteriormente, en los trabajos desarrollados en este área, a lo largo de muchos años, he puesto el énfasis en enfocar toda la investigación hidrológica con objetivos eminentemente prácticos y aplicados.

En esta investigación he contado con la inestimable ayuda de datos de base geológicos, aportados en su mayor parte por la Universidad de Granada y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME); de datos de inventario de puntos de agua del IGME; de registros piezométricos de la Comisaría de Aguas del Sur de España (CASE), y del IGME; y, especialmente, con la colaboración y sugerencias de los agricultores y autoridades locales, merced al continuo apoyo de la Cámara Agraria de Almuñécar y de su Ayuntamiento.

No puedo tampoco olvidar el entusiasmo de un equipo de colaboradores que, primero, fueron discípulos y que, luego, aventajaron al maestro.

Las posibilidades de actuación, expuestas en una serie de informes, publicaciones y conferencias, se pueden diferenciar en dos grupos, de acuerdo con la procedencia del agua.

Por una parte se encuentran las actuaciones que parten de las aguas de la cuenca hidrográfica del propio río Verde y, por otra parte, las soluciones que se basan en aguas importadas, de cuencas próximas excedentarias. En este orden voy a sintetizar las posibilidades de actuación.

3.2. Regulación del río Verde en cabecera

La cuenca hidrográfica del río Verde, con una extensión de casi 100 km², se extiende desde cotas de 1.700 m, en la Sierra de Almirajara y Cázulas, hasta el mar.

Toda la cuenca alta, con más de la mitad de la superficie total, se desarrolla sobre dolomías y calizas, del Complejo Alpujárride, muy fisuradas

y fracturadas, por la historia tectónica a la que se han visto sometidas.

Estos materiales rebasan ampliamente la extensión de la cuenca hidrográfica superficial por el Norte, el Este y el Oeste y, sobre ellos, en razón del gradiente altimétrico, se produce la mayor aportación por precipitaciones atmosféricas.

Este desarrollo de los materiales permeables carbonatados, fuera de la cuenca hidrográfica del río Verde, se acompaña de un hecho de trascendental incidencia hidrogeológica, cual es el que las cotas más bajas del sistema acuífero se encuentren en su intersección con los ríos Guadalfeo y Verde, que se constituyen así en las arterias principales de su drenaje subterráneo, mayoritariamente no visible (por fluir bajo el aluvial), pero sí identificable hidroquímicamente y constatable en el balance hídrico de las cuencas.

Al no disponer de datos de aforo, de aguas superficiales y subterráneas, es difícil cuantificar los aportes en el sector de Itrabo, que es el que reúne las características más favorables para la regulación.

Dos posibilidades existen, en este sector, para mejorar la gestión del agua. Una se refiere a la realización de una presa, para embalsar aguas superficiales, y la otra se relaciona con la posibilidad de regular el acuífero carbonatado, mediante sondeos de captación.

En nuestro entender ambas tienen que apoyarse en el estudio hidrogeológico de la Sierra de Almjara, que propusimos reiteradamente y que, finalmente, se va a realizar.

La presa de Otivar es un proyecto antiguo, que ha sufrido distintas vicisitudes, y que permitiría, en principio, la regulación de los aportes de cabecera y, especialmente, de las crecidas torrenciales que se pierden al mar. Sin entrar en detalles respecto a este proyecto, que otros podrían hacer con más fundamento, quisiera resaltar el interés de esa posibilidad de regular las crecidas torrenciales, si bien hay que señalar varios problemas con este embalse relacionados:

- La colmatación del vaso puede crear problemas mayores que los habituales, debido a la deforestación de la cuenca, consecuencia de los incendios que han destruido la cobertura arbórea de estas sierras.
- La permeabilidad del vaso, en dolomías y calizas fisuradas, podría dar lugar a fugas, especialmente si se tiene en cuenta la posibilidad de entronque hidrogeológico de este acuífero con el río Guadalfeo (el estudio hidrogeológico es, aquí, una pieza clave). Caso de que el acuífero sea independiente podría contarse con una interesante capacidad de embalse subterráneo suplementario.
- La retención de la escorrentía de superficie y, fundamentalmente, de las crecidas, supondría una disminución notoria de la recarga del acuífero aluvial del río Verde y, con ello, se favorecería la intrusión marina. En todo caso no sería compatible la retención del embalse con el aprovechamiento actual del acuífero del río Verde, mediante sondeos y pozos, por lo que se requeriría un estudio socio-económico del impacto.

La segunda posibilidad, que mencionábamos, es la del aprovechamiento y regulación del acuífero subterráneo, existente en los materiales carbonatados, aguas arriba de Otívar.

Esta posibilidad, que planteamos hace quince años, tuvo su refrendo en sondeos de investigación realizados por el MOPU, los cuales evidenciaron las, en principio, buenas características del acuífero.

Se trataría de bombear agua de este acuífero, a través de sondeos, para atender complementariamente a la demanda en periodo de estiaje, propiciando la recarga y almacenamiento en periodos invernales y de lluvias intensas.

Una posibilidad complementaria que podría existir (y el estudio hidrogeológico de Sierra Almirajara tendría que dilucidarla), es la relativa a que los mencionados bombeos extendiesen la cuenca hidrogeológica hacia el Norte y hacia el Este, al deprimir el nivel piezométrico, aportando agua de cuencas excedentarias, limitrofes como la que nos ocupa.

3.3. Recarga artificial del acuífero aluvial

El río Verde presenta escorrentía superficial, durante algunos meses, y aportes importantes tras las lluvias intensas. Estas aguas se pierden al mar, como consecuencia de la impermeabilización natural de la superficie del cauce por los limos sedimentados.

Por otra parte también presenta excedentes temporales el manantial de Las Angosturas, en dichos periodos, como consecuencia del aumento de caudal, y la disminución de la demanda.

Estas aguas, al igual que otras importadas de cuencas limítrofes (de las que luego nos ocupamos), podrían emplearse en la recarga del acuífero.

Personalmente proyectamos y dirigimos, en diciembre de 1982/enero de 1983, dos experiencias de recarga, con pleno éxito. La primera consistió en el arado, con grada profunda, del cauce del río Verde, transversal a la dirección de escorrentía, en las proximidades a la confluencia del Barranco de Torrecuevas. Tras este arado, de un tramo de menos de 200 metros, se infiltraban aproximadamente 150 l/seg, y esto produjo tanto un ascenso inmediato de nivel piezométrico, de una gran extensión de acuífero, como una disminución en su salinidad.

La segunda experiencia la realizamos en un pozo abierto abandonado, ubicado a unos centenares de metros aguas abajo del manantial de Las Angosturas, con aguas excedentes de dicho manantial. El caudal que se introdujo, durante dos semanas, fue de 15 l/seg, que admitió sin ningún rechazo.

No cabe duda de que estas acciones, debidamente controladas, pueden incrementar los recursos explotables, y ayudan a combatir la lucha contra la intrusión.

3.4. Recarga artificial próxima al mar

En el sector más próximo al mar, de la llanura aluvial, se localizan una serie de pozos y sondeos que han sido abandonados, bien por su elevada

salinización, bien por corresponder a antiguas huertas, convertidas hoy en suelo urbano.

Estos puntos podrían servir para crear una barrera de presión, que frenase la intrusión marina. El agua a emplear podría ser el agua residual urbana, ya que precisamente pasan por este sector las conducciones de la planta de tratamiento previo al emisario submarino.

En cualquier caso esta solución requiere un conocimiento profundo de los efluentes urbanos, del agua tratada y del poder de depuración y adsorción del acuífero.

3.5. Pantalla impermeable

La idea de una presa subterránea, transversal al valle, en el sector próximo a la desembocadura, ha sido propuesta y defendida por algunos sectores.

Con respecto a esta idea hemos de señalar que, si bien es muy atractiva, al permitir aprovechar la totalidad de los recursos del acuífero, tiene en su contra la enorme superficie que tendría que cubrir esta presa subterránea (por su longitud y profundidad), con el correspondiente elevado costo, y la incertidumbre de su eficiencia, ya que sería muy difícil localizar cualquier sector por el que pudiese penetrar el agua de mar.

Tal vez es por ello que no existe ninguna experiencia positiva de una barrera subterránea, de impermeabilización, de estas características con funcionamiento aceptable.

3.6. Trasvase desde el río de La Miel

Es ésta una solución, propuesta desde muy antiguo, y que ha estado sujeta a avatares políticos más que a problemas técnicos, si bien el costo económico es realmente importante.

Se trata de una obra en proceso de ejecución, que va a permitir aportar unos

excedentes importantes, aunque no suficientes, para atender necesidades hídricas de este sector.

La obra encuentra su mayor dificultad en el accidentado relieve, que encarece el trazado en sus obras de fábrica y túneles, y que tendrá un mantenimiento en el que pueden incidir problemas de estabilidad.

No obstante, las necesidades de agua son tan imperiosas y los rendimientos que con ella se pueden obtener son tan elevados, que su rentabilidad parece asegurada.

3.7. TRASVASE DE LA CUENCA DEL RIO GUADALFEO

El río Guadalfeo constituye el principal colector de escorrentías de la vertiente meridional de Sierra Nevada, en la provincia de Granada. Este cauce, de neta influencia nival, a pesar de las obras de regulación, presenta excedentes importantes, que se pierden al mar, bien como escorrentía superficial, bien como descarga subterránea, a lo largo del borde costero del delta (como lo han puesto en evidencia todos los estudios hidrogeológicos realizados).

Esta disponibilidad de excedentes, hace posible trasvasar aguas hacia el oeste (al igual que ya se hiciera hacia el este), y esta traída de aguas ofrece varias alternativas.

a) Derivación de aguas superficiales.

Esto puede hacerse desde un punto en la cuenca del Guadalfeo, con cota suficiente para poder llegar por gravedad, hasta la cuenca del río Verde, solución tendría un cossto inicial importante, por problemas de trazado, y un costo de operación bajo.

Otra solución puede ser la utilización del canal de Salobreña, en épocas en las que se reduce la demanda de sus aguas, y que son muy favorables para la recarga del acuífero del río Verde.

En este caso propusimos, por primera vez, la posibilidad de una conducción submarina (figura 1), que podría llevar el agua, por gravedad, hasta el centro del acuífero aluvial del río Verde.

b) Captación de aguas subterráneas.

Se trataría de realizar unas baterías de sondeos, o un pozo con colectores radiales, en el tramo terminal del río Guadalfeo, con dos opciones de conducción: bien mediante una impulsión hasta la divisoria Guadalfeo-Verde (figura 2), para después acceder por gravedad a la cuenca del río Verde, bien mediante la anteriormente señalada conducción submarina que, en este caso, presenta un trazado directo de 9 km de longitud, con profundidad máxima de lámina de agua de 60 m, o un trazado más próximo a la costa, de 11 km de longitud, y con lámina de agua de 10 a 20 m.

Todas estas opciones presentan, a su vez, un abanico de posibilidades complementarias, para mejorar la gestión del agua:

- * almacenamiento en un microembalse, en la rambla de Torrecuevas,
- recarga artificial en el borde costero, a favor de pozos existentes, para crear una barrera de presión,
- recarga en el sector central del acuífero, en periodos de excedentes de agua, para posibilitar su recuperación en periodos de demanda, y
- * conexión directa del agua trasvasada a la red de acequias y a las instalaciones de elevación para riego.

4. CONCLUSION

De todo lo expuesto se deduce que son muchas las posibilidades de actuación, para hacer frente al grave problema que se cierne sobre Almuñécar.

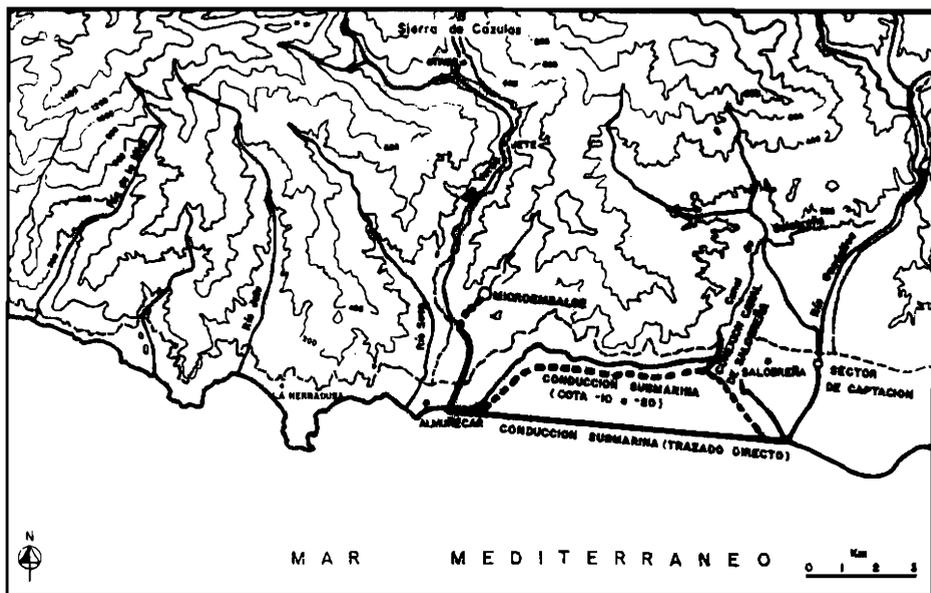


Figura 1.

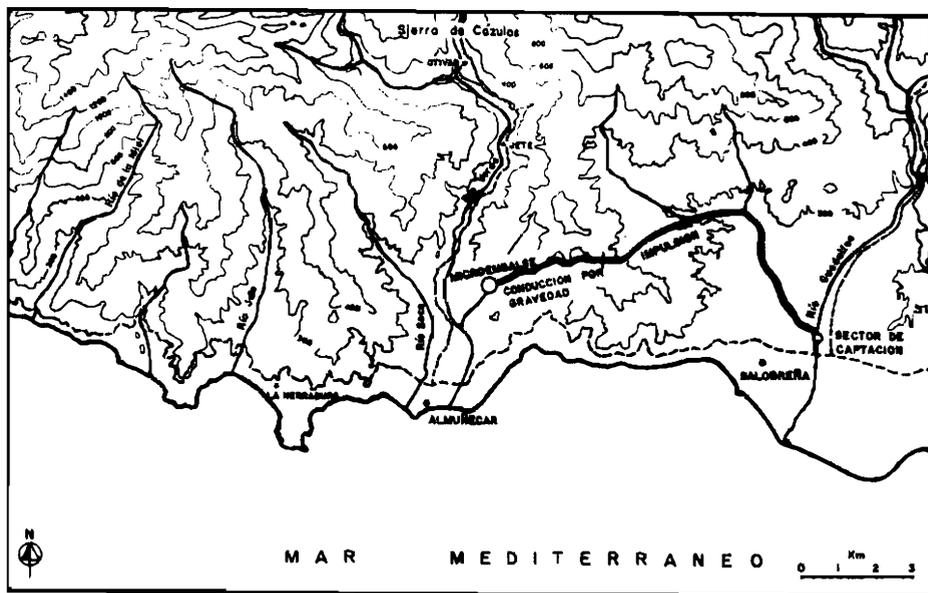


Figura 2.

Afortunadamente, y a pesar de la lentitud de reacción del aparato político, burocrático y administrativo, algunas soluciones están en marcha y, para satisfacción personal, entre ellas están algunas que en su día propusimos:

Cuando este panorama se contempla con esa perspectiva desde muy atrás, se puede decir que es mucho lo que ha cambiado, mucho lo que se ha avanzado y algo lo que se ha contribuido para encontrar soluciones, tanto personalmente como con una escuela y un equipo; formado a lo largo de trece años de actividad docente, en el campo de la Hidrogeología, en la Universidad de Granada.