

Relaciones entre acuíferos kársticos y detríticos en el sector costero de la provincia de Granada

*J. Benavente Herrera**
*R. Fernández-Rubio**
*A. Castillo Martín**
*y A. Lozano Vega**

RESUMEN

Se analizan las principales características hidrogeológicas de los materiales carbonáticos del Triás, los cuales integran acuíferos por fisuración y/o karstificación, en especial en lo que se refiere a su relación con los acuíferos detríticos aluviales, que constituyen las vegas litorales de la provincia de Granada. El hecho de que los primeros carezcan prácticamente de explotación en la actualidad, al contrario de los segundos, donde se concentran la mayoría de las extracciones, plantea la necesidad de un aprovechamiento conjunto de sus recursos, habida cuenta de la estrecha relación hidráulica que existe entre ambos, y sin perder de vista los riesgos que una sobreexplotación en los acuíferos detríticos podría tener en la calidad de las aguas subterráneas.

RESUME

Les caractéristiques hydrogéologiques des matériaux carbonatés du Trias, constitués par des aquifères fissurés ou karstifiés sont analysées, notamment en ce qui concerne leur rapport

*Cátedra de Hidrogeología, Universidad de Granada y Departamento de Investigaciones Geológicas del C.S.I.C.

avec les aquifères détritiques alluviaux, qui constituent les «vegas» littorales de la province de Grenade. Le fait que les premiers ne soient pratiquement pas exploités dans l'actualité, tandis que les seconds sont très exploités, impose la nécessité d'une exploitation rationnelle des ressources de deux types d'aquifères, compte tenu de l'étroite relation hydraulique existante entre eux, et des risques qu'une surexploitation des aquifères détritiques cotiers présentent pour la qualité des eaux souterraines.

INTRODUCCION. AMBITO HIDROGEOLOGICO

En el sector costero de la provincia de Granada, pueden diferenciarse, desde un punto de vista hidrogeológico y de manera muy simplificada, dos tipos de acuíferos:

(A). Acuíferos carbonáticos, constituidos por materiales (calizas, dolomías y mármoles) del Triás medio-superior, pertenecientes al Complejo Alpujárride. Presentan en su base una formación de naturaleza fundamentalmente metapelítica (micasquistas, cuarcitas y filitas), en su mayor parte paleozóica, que actúa como sustrato impermeable. La disposición actual de los materiales se caracteriza por una estructura en diferentes mantos de corrimiento. Todos los mantos presentan evidencias de un cierto grado de metamorfismo, más intenso en aquellos que se sitúan geoméricamente más altos.

Estos acuíferos deben su permeabilidad a fenómenos de fisuración y karstificación, si bien esta última característica no aparece excesivamente desarrollada, mientras que, en determinados sectores, los materiales acusan un grado importante de brechificación tectónica, lo que les confiere una cierta peculiaridad en su morfología (en especial en lo relativo a densidad y textura de la red de drenaje) y en su comportamiento hidrogeológico, los cuales parecen responder más bien a un esquema similar al ofrecido por materiales detríticos granulares, que a un verdadero sistema kárstico (ROMERO, 1979; PULIDO, 1980; MARTIN y PULIDO, 1981; BENAVENTE, 1982).

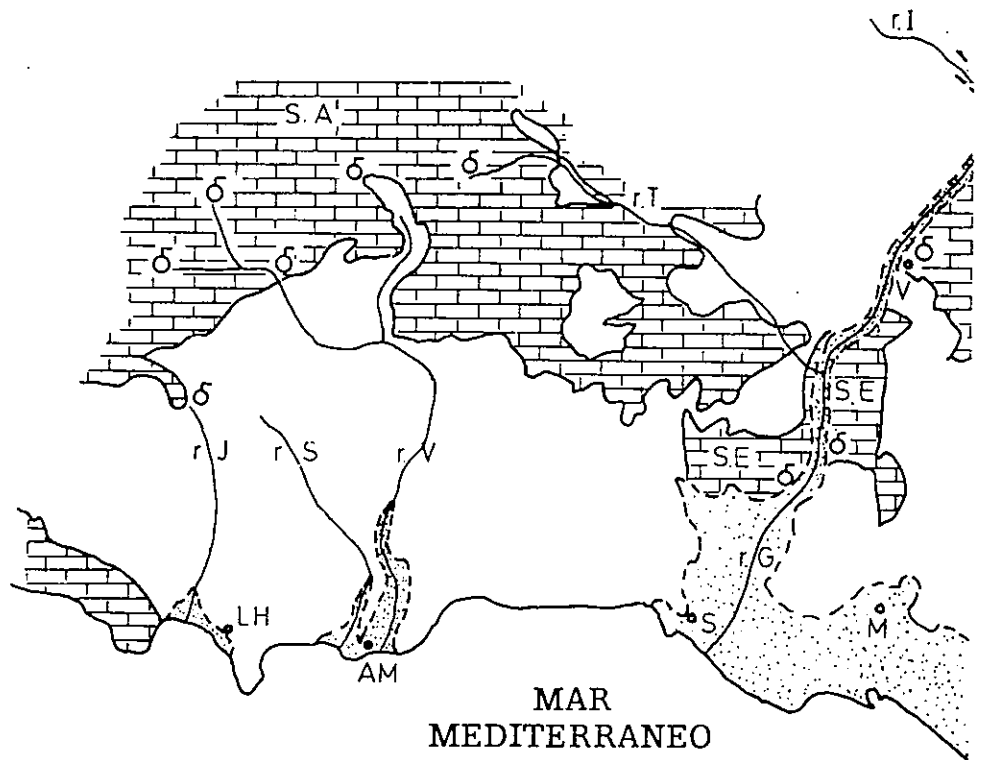
De estos materiales conviene señalar su considerable espesor (superan los 1.000 m. en algunos sectores del área investigada), así como la importancia de las compartimentaciones tectónicas que, en determinados casos, inducen, dentro de un mismo acuífero, la existencia de varios bloques con drenaje a cotas muy diferentes. Esta característica de los acuíferos alpujárrides, identificada en casi todos los sectores de la Cordi-

llera donde existen estudios al respecto (CARRASCO, 1981; CARRASCO et al., 1981; LINARES y TRENADO, 1981), ha sido atribuida, dentro del área estudiada (BENAVENTE, 1982) o en sectores adyacentes (PULIDO, 1980), a la existencia de varios sistemas de flujo, como correspondería a materiales de permeabilidad no demasiado elevada, homogéneos e isotropos en su conjunto. Este último aspecto parece apoyarse en la frecuente asociación de manifestaciones termales, caracterizadas por presentar bajas temperaturas de base (CRUZ-SANJULIAN et al., 1979; BENAVENTE y CALVACHE, 1981) a los puntos que suponen el drenaje principal de tales acuíferos.

(B) Acuíferos detríticos (gravas, arenas y limos, en proporciones variables), correspondientes a depósitos postorogénicos pliocuaternarios, fundamentalmente de carácter aluvial (sectores de Almuñecar, Castell de Ferro y Albuñol) o fluvio-deltáico (Motril-Salobreña) que, hacia los bordes, suelen mostrar, en determinados casos, una transición a materiales conglomeráticos de tipo piedemonte. La franja estrictamente litoral de tales acuíferos, aparece ocupada por sedimentos (gravas y arenas gruesas) relacionados con depósitos de playas recientes que, en algunos sectores (acuífero de Carchuna- Calahonda), llegan a ser mayoritarios. Tales acuíferos deben su permeabilidad a la porosidad intergranular que presentan dichos materiales no consolidados. Sus espesores más frecuentes oscilan entre 30 y 70 m., aunque en ciertos sectores del acuífero de Motril-Salobreña pueden alcanzar los 200 m. (datos de Geofísica eléctrica, según GEIRNAERT et al., 1981).

Desde el punto de vista sedimentológico, conviene señalar la importancia hidrogeológica que reviste la existencia de paleocauces o brazos abandonados de los principales cursos de agua (CASTILLO y FERNANDEZ-RUBIO, 1975; BENAVENTE, 1982), los cuales, debido a sus características granulométricas, constituyen sectores de circulación subterránea preferencial, así como la presencia, en la franja más cercana a la línea de costas, de sedimentos finos que pueden llegar a poner en carga al acuífero (IGME, 1977); este último aspecto resulta bastante generalizado en gran parte de los acuíferos aluviales del litoral mediterráneo español (CUSTODIO, 1981).

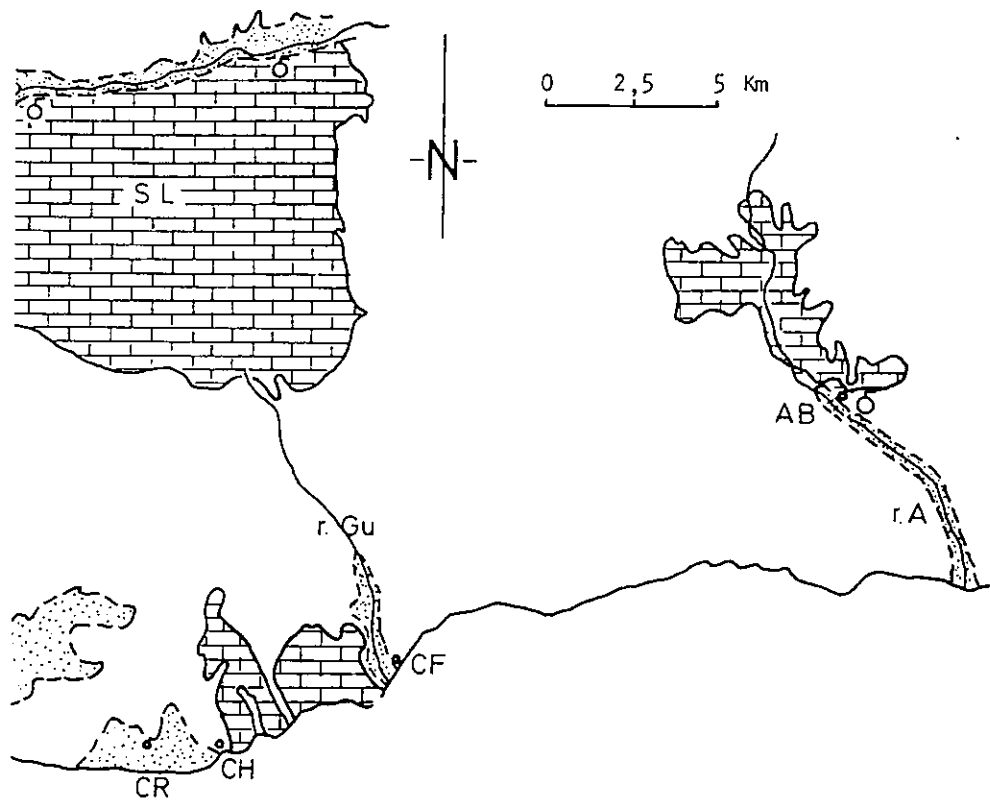
En la figura 1 aparecen representados los principales afloramientos de acuíferos carbonáticos y detríticos, dentro del sector costero de la provincia de Granada. Los primeros afloran en una superficie cercana a los 300 km², mientras que la extensión de los segundos es del orden de 50 km², de los cuales






TOPONIMICOS

LH : La Herradura	CF : Castell de Ferro	rJ : Río Jate
AM : Almuñécar	AB : Albuñol	rS : » Seco
S : Salobreña	V : Vélez Benaudalla	rV : » Verde
M : Motril	SA : Sierra Almirajara	rG : » Guadalfeo
CR : Carchuna	SE : » de Escalate	rI : » Izbor
CH : Calahonda	SL : » de Lújar	rT : » de la Toba
		rGu : Rambla de Gualchos
		rA : » de Albuñol

Figura 1.-Esquema hidrogeológico de situación del área investigada.



LEYENDA

-  Acuíferos carbonáticos, y puntos de descarga más significativos.
-  Acuíferos detríticos.
-  Materiales metapelíticos impermeables.

algo más de 35 km² corresponden al acuífero de Motril-Salobreña.

El drenaje de los diferentes acuíferos carbonáticos, cuyos principales puntos de descarga visible hemos representado en la figura 1, se realiza, fundamentalmente, hacia los principales cursos de agua y puede evaluarse, a grandes rasgos y como valor medio, en unos 80 Hm³/año. Existe también una descarga oculta, más difícil de cuantificar, hacia los acuíferos detríticos litorales, que puede estar comprendida, a grandes rasgos, entre 10 y 20 Hm³/año. En determinados sectores, el drenaje de los acuíferos carbonáticos se realiza, de manera oculta, hacia el mar.

Los recursos correspondientes a los acuíferos detríticos son, en su conjunto, del orden de 90 Hm³/año, como valor medio aproximado. Una elevada proporción (cercana al 90%) de los mismos, procede de infiltración de aguas superficiales, bien de manera directa a lo largo de los cauces, en especial durante épocas de avenidas intensas, o a partir del retorno de regadíos efectuados a partir de sus derivaciones.

Los acuíferos carbonáticos, en la actualidad, carecen prácticamente de explotación directa, efectuándose su descarga en régimen natural, de acuerdo con las características de la alimentación pluviométrica, y no, como sería de desear para una optimización en la gestión de los recursos hídricos, en función de las exigencias de la demanda.

Las extracciones de aguas subterráneas, mediante bombeos, para abastecimiento o como complemento de regadíos, en los acuíferos detríticos, son del orden de 35 Hm³/año, aunque en años de escasez de recursos superficiales pueden incrementarse notablemente y aproximarse a 50 Hm³/año. En esta última situación, alguno de tales acuíferos (Almuñécar, Castell de Ferro y la Herradura) puede mostrar síntomas de sobreexplotación, con la consiguiente afección a reservas por debajo del nivel del mar y el riesgo de intrusión marina que de ello se deriva (BENAVENTE, 1982). En otros, sin embargo, debido al carácter excedentario de sus recursos en relación a las explotaciones (caso del acuífero de Motril-Salobreña), o a la calidad, algo deficiente, de sus aguas que impone una cierta limitación en el incremento de los bombeos (acuíferos de Carchuna y Albuñol), existen pérdidas subterráneas al mar.

En cualquier caso, existe una relación hidrogeológica importante entre acuíferos carbonáticos y detríticos, bien de manera directa o a través de los cursos de agua que drenan a los primeros y alimentan a los segundos que, por su incidencia

en la planificación hidráulica de la región, se hace necesario analizar más detenidamente. En los siguientes apartados expondremos algunos ejemplos concretos de tales relaciones.

ALIMENTACION DIRECTA A LOS ACUIFEROS DETRITICOS PROCEDENTE DE LOS ACUIFEROS CARBONATICOS

El ejemplo más notable, a este respecto, lo constituye el acuífero de Albuñol (figura 1). Dicho acuífero corresponde a los depósitos aluviales de la rambla del mismo nombre, que ocupan una superficie del orden de 3 km². La casi totalidad de la cuenca vertiente (superficie: 115 km²), está ocupada por materiales impermeables que inducen un carácter torrencial en dicho curso de agua, ligado a la ocurrencia de precipitaciones, que puede llegar a tener consecuencias catastróficas cuando éstas son anormalmente intensas (caso de las avenidas de octubre de 1973, en que, según HERAS, 1976, se registraron caudales superiores a 1.000 m³/s, en un cauce que habitualmente se encuentra seco).

En la cabecera del acuífero se localizan una serie de surgencias, cuya descarga conjunta alcanza valores cercanos a 500 l/s (NIETO, 1974) con escasas oscilaciones de caudal. Tales surgencias están relacionadas con el drenaje de un pequeño afloramiento de materiales carbonáticos, cuya situación estructural responde a una ventana tectónica. Sus peculiares características físico-químicas (son aguas termales, de facies sulfatada cálcica, hiperfluoradas y con elevados valores de mineralización), hacen asimilables estas surgencias a otras, de caudales igualmente importantes, situadas en el mismo contexto hidrogeológico, como son la ventana de Turón en el río Adra (CARRASCO, et al. 1981) al Este, y la ventana de Sierra de Lújar, en el río Guadalfeo (CARRASCO, 1981), al Oeste.

La importancia de la descarga, en relación a la reducida extensión del afloramiento acuífero, ha hecho sospechar a los autores que han trabajado anteriormente en el área (FERNANDEZ-RUBIO y NIETO 1971; NIETO, 1974) la existencia de una alimentación procedente de la ventana de Sierra de Lújar, aunque investigaciones recientes llevadas a cabo en este último sector (BENAVENTE, 1981 a) obligan a matizar dicha idea. En el trabajo de FERNANDEZ-RUBIO et al. (1982) se plantea una hipótesis alternativa para explicar el origen de tales surgencias.

En cualquier caso, existe una alimentación subterránea, directamente desde el acuífero carbonático hacia el aluvial, que NIETO (1974) estima del orden de 4 Hm³/año, de aguas con características físico-químicas similares a las de las surgencias. Este aspecto viene reforzado por la existencia de sondeos surgentes en el acuífero aluvial, y por la aparición de nuevas surgencias en este último, tras la excavación que, en el mismo cauce, produjo la mencionada avenida de octubre de 1973, como se detalla en el croquis hidrogeológico de la figura 2, en el que se especifican los principales componentes del balance hídrico, estimados por NIETO (1974).

Otro ejemplo de alimentación subterránea, de características a grandes rasgos semejantes a la anterior, se produce en el borde Noroccidental del acuífero de Motril-Salobreña, y su cuantía ha sido estimada por CASTILLO y FERNANDEZ-RUBIO (1975) en unos 6 Hm³/año. No obstante, la relación entre ambos acuíferos dista mucho de ser tan simple como el caso antes expuesto, ya que existen efectos antrópicos, con influencia en el funcionamiento hidrogeológico, que suponen una mayor complejidad. En la actualidad, está siendo objeto de investigaciones detalladas, tendentes a identificar la incidencia relativa de tales efectos (BENAVENTE, en elaboración).

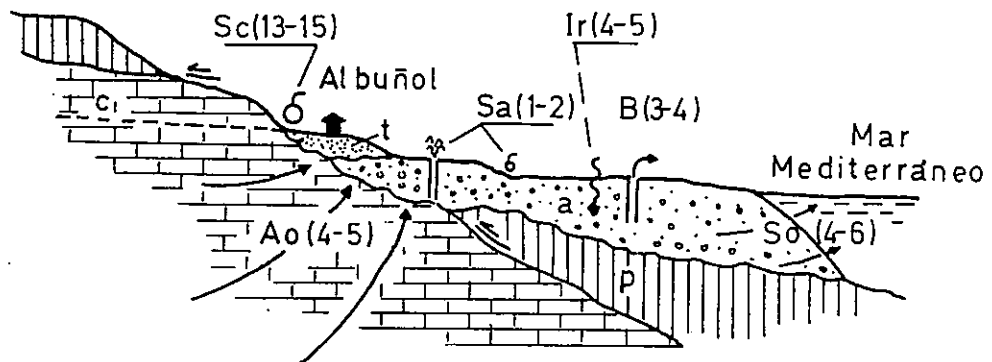


Figura 2.—Esquema de las relaciones entre los acuíferos carbonático y detrítico, en la ventana tectónica de Albuñol.

Leyenda: C: acuífero carbonático; a: acuífero aluvial; p: materiales metapelíticos; t: travertino; Sc: surgencias en el acuífero carbonático; Ao: alimentación oculta; Sa: surgencias y sondeos artesianos en el acuífero aluvial; Ir: infiltración de regadíos; B: bombeos; So: Salidas ocultas. Todos los valores son aproximados y se expresan en Hm³/año.

ALIMENTACION A LOS ACUIFEROS DETRITICOS A PARTIR DE RIOS QUE DRENAN A LOS ACUIFEROS CARBONATICOS

El acuífero de Almuñécar (figura 1) supone un excelente ejemplo de este tipo de relación. Dicho acuífero, cuya superficie es del orden de 4 km², está formado por los depósitos aluviales correspondientes a los tramos finales de los ríos Seco y Verde. La cuenca vertiente, de unos 120 km², está ocupada por materiales impermeables, excepto en el sector de cabecera del río Verde, en donde aflora, en algo más de 50 km², el acuífero carbonático. Este acuífero está drenado por una serie de surgencias, cuyo caudal de descarga es bastante constante, las cuales aparecen representadas en la figura 1. Dicho drenaje conjunto, representa una elevada proporción (70-90%) de las aportaciones del río Verde en su entrada al acuífero de Almuñécar, que pueden estimarse comprendidas entre 16-20 Hm³/año (BENAVENTE, 1981 b).

Como demuestran ESQUITINO y FERNANDEZ-RUBIO (1975), existe una disminución progresiva del caudal del río a medida que discurre sobre el acuífero detrítico, de manera que las pérdidas al mar de aguas superficiales pueden considerarse prácticamente nulas. Existe, por tanto, una infiltración a lo largo del cauce y a partir de los regadíos que se efectúan mediante acequias que derivan la casi totalidad de su caudal. Dicha alimentación al acuífero puede estimarse comprendida, a grandes rasgos, entre 5 y 8 Hm³/año.

Mayor variabilidad acusa la partida correspondiente a infiltración directa a partir de la precipitación, o de la escorrentía generada en los materiales impermeables que se infiltra, en buena parte, al llegar al acuífero, la cual, en conjunto, puede oscilar entre 2 y 7 Hm³/año.

Las extracciones del acuífero, como complemento de los riegos tradicionales, y para el abastecimiento a los núcleos de Almuñécar, la Herradura y urbanizaciones cercanas, están comprendidas entre 6 y 9 Hm³/año (la última cifra corresponde a aquellos años con escasez de recursos superficiales).

Según lo que acabamos de exponer, en épocas de anormal sequía, los recursos del acuífero son inferiores a las extracciones. Esta situación es la que se acusa en los últimos tres años, y la consecuencia es un progresivo incremento en la profundidad de los niveles piezométricos del acuífero hasta alcanzar cotas, en los meses de estiaje, inferiores al nivel del mar (BENAVENTE, 1982). En años de abundante humedad, ocurre lo contrario y se pierden al mar, de manera oculta, importantes

volúmenes de agua. De hecho, en décadas anteriores, cuando las extracciones eran insignificantes, existían áreas encharcadas o semipantanosas en el extremo del acuífero más cercano a la línea de costas, lo cual, además de suponer pérdidas considerables por evaporación, indicaba la existencia de un flujo subterráneo, de notable cuantía, hacia el mar.

De acuerdo con la relación acuífero carbonático-acuífero detrítico comentada (ver croquis esquemático: figura 3), la solución más idónea para paliar la situación de desequilibrio entre alimentación y extracciones en este último, estriba en una explotación controlada, de acuerdo con la demanda, del primero. Ello implica, como fase previa, la realización de estudios más detallados tendientes a identificar los parámetros hidrodinámicos de los materiales carbonáticos, así como de las características geométricas y de descarga de dicho embalse subterráneo.

Una actuación alternativa, que consiste en la realización de un embalse sobre el río Verde (CHSE, 1974), aguas arriba del acuífero detrítico, plantea serios problemas hidrogeológicos, económicos y técnicos. Quedaría, además, por estudiar, la incidencia que dicha regulación superficial tendría sobre la cantidad y calidad de las aguas que se extraigan del acuífero, habida cuenta de la estrecha relación entre aguas superficiales y subterráneas.

Una situación semejante a la ofrecida por la cuenca del río Verde, aunque a mucha menor escala, ocurre en la cuenca del río Jate (figura 1). Dicho curso de agua debe la mayor parte de su caudal (unos 50 l/s), como valor medio, al drenaje de un pequeño afloramiento carbonático situado en el sector de cabecera, y constituye la principal fuente de recarga al acuífero detrítico de la Herradura, de reducida extensión (del orden de 1 km²).

Mayor peculiaridad ofrecen las relaciones entre el río Guadalfeo y los acuíferos detríticos de Motril-Salobreña y Carchuna (figura 1), que, en una gran proporción, se alimentan de dicho curso de agua. El río Guadalfeo (superficie: 1.250 km²) recibe importantes aportaciones subterráneas que, dentro del área estudiada, representan el drenaje de los acuíferos carbonáticos de Sierra de Lújar, Sierra de Escalate y extremo oriental de Sierra Almijara (del orden de 40-55 Hm³/año), a los que hay que añadir, fuera del área, las correspondientes a su tributario el río de Izbor, el cual recibe un drenaje subterráneo (PULIDO 1980; CASTILLO, 1982) comprendido entre 30 y 45 Hm³/año. En conjunto, las aportaciones subterráneas, procedentes del dre-

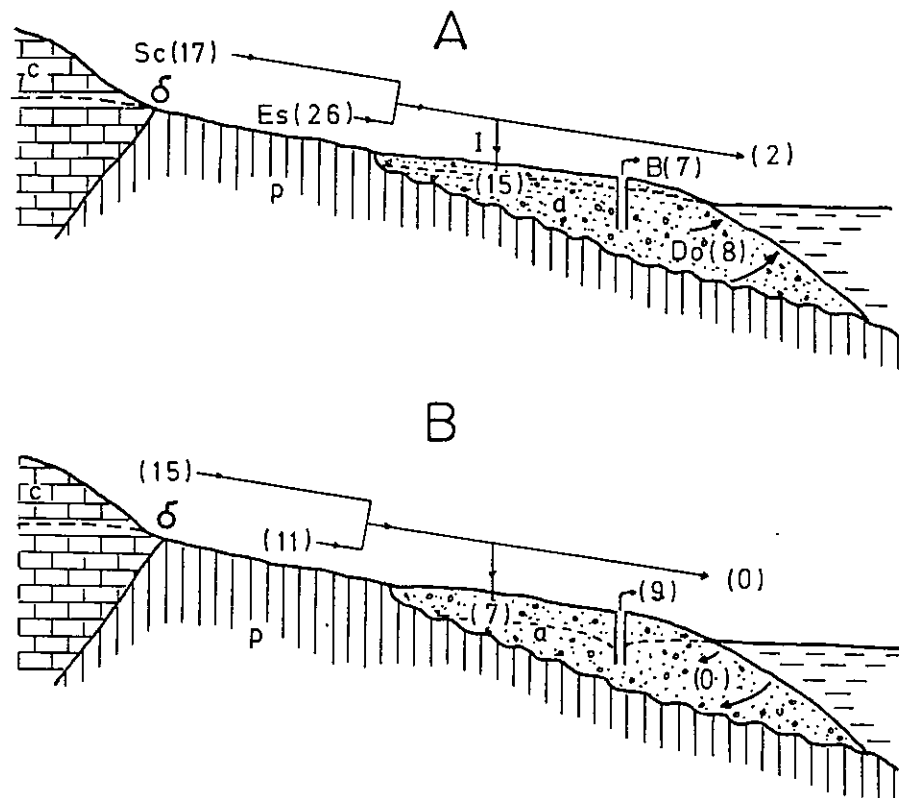


Figura 3.—Esquema hidrogeológico, muy simplificado, para ilustrar las relaciones entre los acuíferos carbonático y detrítico en el sector de Almuñécar. Se han representado los principales componentes del balance hídrico, para las situaciones extremas de humedad (A) y sequía (B).

Legenda. c: acuífero carbonático; a: acuífero aluvial; p: materiales metapelíticos impermeables; Sc: surgencias en el acuífero carbonático; Es: escorrentía superficial; I: infiltración en el acuífero aluvial; B: bombeos; Do: drenaje subterráneo del acuífero aluvial. Todos los valores son aproximados y se expresan en $Hm^3/año$.

naje de los acuíferos carbonáticos, hacia la cuenca del río Guadalfeo, pueden estimarse, a grandes rasgos, entre 80 y 110 Hm³/año, con un caudal de base del orden de 2,5 m³/s.

Las aportaciones totales del río Guadalfeo son del orden de 250 Hm³/año, como valor medio (CHSE, 1969), una elevada proporción de las mismas corresponde al agua de escurrimiento nival sobre la vertiente Suroccidental de Sierra Nevada. El fenómeno de deshielo introduce una buena adecuación en los caudales del río respecto a la demanda de la región (IGME, 1981), ya que la descarga es máxima en los meses de mayo y junio. No obstante, existen importantes pérdidas directas hacia el mar durante los meses de invierno y primavera (unos 50 Hm³/año, como valor aproximado), así como un drenaje subterráneo, también al mar, procedente del acuífero de Motril-Salobreña, del orden de 15-30 Hm³/año. La regulación superficial de dicho curso de agua, actualmente en fase de proyecto y/o realización (CHSE, 1972), contribuirá, en un futuro próximo, a minimizar tales pérdidas.

En los acuíferos detríticos que carecen prácticamente de alimentación, directa o indirecta, procedente de los acuíferos carbonáticos, como es el caso del acuífero aluvial de la rambla de Gualchos (figura 1), los recursos muestran una variabilidad anual mucho más elevada que en aquellos en que dicha recarga existe. La consecuencia es un mayor desequilibrio entre alimentación y extracciones; en tal caso, durante los años de sequía, existe una mayor probabilidad de que se afecte a las reservas bajo el nivel del mar, y el riesgo de una salinización del acuífero, por intrusión marina, es, por tanto, mucho más elevado.

OTROS CASOS

En determinados sectores, la situación es opuesta a la comentada en anteriores epígrafes, en el sentido de una alimentación a los acuíferos carbonáticos procedente de los acuíferos detríticos. Así, los elevados caudales drenados por las surgencias que existen en la base del pequeño afloramiento, intensamente karstificado, de Salobreña, obligan a considerar a éste como «colector» de parte de las aguas del acuífero detrítico (CASTILLO, 1975). Algo semejante parece ocurrir en el tramo central del contacto entre el acuífero carbonático de la Sierra de Lújar y el aluvial del río Guadalfeo, donde CARRASCO (1981) estima, en base a la consideración de sus correspondientes

niveles piezométricos, que existe una alimentación, al primero de los acuíferos, procedente del segundo de ellos.

Conviene señalar que, además de las relaciones de alimentación y descarga ya apuntadas, existe, en aquellos sectores en que los acuíferos carbonáticos se ponen en contacto con el mar (figura 1: afloramientos al Oeste de La Herradura, y entre Calahonda y Castell de Ferro) un drenaje oculto bastante localizado (surgencias submarinas), el cual, en el primero de los ejemplos citados, llega a ser importante, y como tal es sobradamente conocido por los lugareños. No es necesario insistir sobre la importancia que un reconocimiento profundo acerca de las características y magnitud de dicha descarga, tendría de cara a un aprovechamiento más eficaz del acuífero.

CONCLUSIONES

En un área (litoral de la provincia de Granada) en que los recursos hídricos totales son excedentarios respecto a la importante demanda, existen, localizados en el espacio y/o en el tiempo, serios riesgos de sobreexplotación en algunos acuíferos detríticos, mientras que en otros se registran salidas subterráneas hacia el mar, cuando no ocurren, además, pérdidas directas, procedentes de los cursos de agua.

Una vez establecida la gran importancia relativa que el drenaje de los acuíferos carbonáticos tiene en la recarga de los acuíferos detríticos, así como en las aportaciones de los principales cursos de agua, se hace necesario plantear estudios hidrogeológicos más detallados que aborden el tema de la explotación controlada de los primeros, como una alternativa a considerar frente a los embalses de superficie, cuya ejecución reviste una mayor problemática técnico-económica y administrativa.

BIBLIOGRAFIA

- BENAVENTE, J. (1981 a). *Sobre el drenaje de la Sierra de Lújar (Granada)*. Simposio Agua Andalucía, II: 589-598. Granada.
- BENAVENTE, J. (1981 b). *Caracterización hidrológica del alto río Verde (Otivar, Granada)*. Simp. Agua Andalucía, II: 565-578. Granada.

- BENAVENTE, J. (1982) *Contribución al conocimiento hidrogeológico de los acuíferos costeros de la provincia de Granada*. Tesis Doctoral. Univ. Granada (inédita) 571 p. Granada.
- BENAVENTE, J. y CALVACHE, A. 1981. *Los manantiales termales de Lobres (Granada) y su entorno hidrogeológico*. Simp. Agua Andalucía, II: 599-Granada.
- CARRASCO, A.; CARRASCO, F.; RUIZ-TAGLE, M. y THAUVIN, J. P. 1981. *Características hidrogeológicas del acuífero calizo-dolomítico de la Unidad Gádor-Lújar, en el sector de Berja-Benínar (Almería), y su relación con las fuentes de Marbella*. Simp. Agua Andalucía, I: 249-268. Granada.
- CARRASCO, F. 1981. *Características hidrogeológicas del borde Norte del acuífero calizo-dolomítico de la Sierra de Lújar. Su relación con el río Guadalfeo*. Simp. Agua Andalucía, I: 233-248. Granada.
- CASTILLO, E. 1975. *Hidrogeología de la Vega de Motril-Salobreña y sus bordes*. Tesis Licenciatura (inédita) Univ. Granada. 184 p.
- CASTILLO, E. y FERNÁNDEZ-RUBIO, R. 1978. *Hidrogeología del acuífero de la Vega de Motril-Salobreña*. Bol. IGME, LXXXIX; 39-48. Madrid.
- CASTILLO, A. 1982. *Estudio hidroquímico de la depresión de Padul (Granada)*. Tesis licenciatura. Univ. Granada (inédita). 228 p. Granada.
- C.H.S.E. 1969. *Estudio para la viabilidad técnico-económica del plan de aprovechamiento integral del río Guadalfeo*. Informe técnico (inédito). MOPU (Granada).
- C.H.S.E. 1972. *Plan Guadalfeo*. MOPU (Granada). 8 p.
- C.H.S.E. 1974. *Estudio de la viabilidad técnico-económica del plan de aprovechamiento integral del río Verde de Almuñécar (Granada) para la mejora y ampliación de los regadíos en la cuenca*. Informe técnico (inédito). MOPU (Granada).
- CRUZ-SANJULIAN, J.; GARCÍA-ROSSELL, L. y GRANDA, J. M. 1979 *Nuevos datos sobre las aguas termales de la provincia de Granada*. II Simp. Nac. Hidrogeología: 533-546. Pamplona.
- CUSTODIO, E. 1981 b. *Consideración sobre la contaminación agrícola de las aguas subterráneas en Canarias*. Jorn. anal. evol. contam. aguas subt. España. Barcelona.
- ESQUITINO, F. y FERNÁNDEZ-RUBIO, R. 1975. *Contribución al estudio hidrológico de los ríos Verde y Seco (Almuñécar, Granada)*. V. Jorn. Min. Met., III: 145-161. Bilbao.
- FERNÁNDEZ-RUBIO, R.; ARANA, R.; PULIDO, A.; BENAVENTE, J. y NIETO, M. 1982. *Termalismo y mineralogénesis en la ventana tectónica de Albuñol (Granada)*. III Semana de Hidrogeología. Lisboa.
- GEIRNAERT, W.; PULIDO, A.; CASTILLO, E. y FERNÁNDEZ-RUBIO, R. 1981. *Estudio de la geometría del acuífero detrítico de la vega de Motril-Salobreña mediante SEV*. Simp. Agua Andalucía, I: 291-302. Granada.
- HERAS, R. 1976. *Hidrología y recursos hidráulicos*. CEH. 1588 p. Madrid.
- LINARES, L. y TRENADO, L. 1981. *Características hidrogeológicas generales del macizo carbonatado de Sierra Blanca- Sierra de Mijar (Málaga)*. Simp. Agua Andalucía, II: 699-706. Granada.
- IGME 1981. *Investigación Hidrogeológica en las cuencas del Sur de España (sector Occidental)*. Colección informe. Serv. Publi. Min. Ind. y Energ. 78 p. Madrid.
- IGME. 1977. *Estudio hidrogeológico de la cuenca Sur. Acuíferos Costeros*. Informe técnico. (ENADIMSA).
- MARTÍN, J.M. y PULIDO, A. (1981). *Consideraciones sobre la porosidad y permeabilidad en dolomías*. Simp. Agua Andalucía I: 337-346. Granada.

- NIETO, M. 1974. *Estudio hidrogeológico de la rambla de Albuñol (Granada)*. Monografías de Geología Univ. Granada. 102 p.
- PULIDO, A. 1980 *Datos hidrogeológicos sobre el borde Occidental de Sierra Nevada*. Serie Univ. Fund. J. March, 51 p. Madrid.
- ROMERO, A. 1979. *Datos geomorfológicos del río de la Toba. Ausencia de karstificación*. Anales Coleg. Univ. Almería (Ciencias): 69-70. Almería.