

IV SIMPOSIO DE HIDROGEOLOGÍA
PROBLEMATICA DE LA PRESENCIA DE GASES EN LAS AGUAS
SUBTERRANEAS DEL VALLE DEL GUADALENTIN (MURCIA).

Tomás Rodríguez Estrella. Dr. Hidrogeología. ADARO
Urbano García Lázaro. Ing. Tecn. Agrícola. ADARO
Manuel Albacete Carreira. Ing. Agrónomo COM. AUT. MURCIA (*)

R E S U M E N

Existe un problema de gases en los sondeos que captan las aguas subterráneas del acuífero detrítico "Valle del Guadalentín" y esto lleva consigo consecuencias nefastas en los sondeos (desprendimientos), en los equipos de extracción y conducción (corrosiones, averías en las bombas), en el suelo y en la planta, lo que supone una pérdida mínima de 150 M.P. al año. El gas predominante es el CO₂ y las aguas afectadas presentan un contenido anormalmente elevado en bicarbonatos, siendo frecuentes las altas temperaturas (28 a 32°C). El origen del gas parece proceder del sustrato esquistoso bético que ha sido tocado por muchos sondeos en una zona de horst. Este problema se ha visto acentuado por la sobreexplotación, pues al disminuir la carga hidrostática el gas ha ascendido.

1. INTRODUCCION

Desde el año 1974, se tiene conocimiento de la existencia de gases en los sondeos al Sur de Totana, que explotan el acuífero Plio-Cuaternario del Guadalentín; sin embargo en el Alto Guadalentín no fueron problema hasta el año 1984. Este fenómeno trae consigo la merma de caudales extraídos, averías en las instalaciones de bombeo, corrosión en las tuberías, incluso el abandono de algunos sondeos por este motivo y no por haberse quedado secos.

Naturalmente este problema "adicional" que se une al de la sobreexplotación, característico de este sistema acuífero, agrava la situación del mismo, con las consiguientes repercusiones eco

(*) CONSEJ. DE POLIT. TERRIT. Y OBRAS PUB.
Direcc. Reg. de Rec. Hidrául.

nómicas y socio-políticas en la zona.

La Dirección Regional de Recursos Hidráulicos de la Comunidad Autónoma de Murcia, encargó a la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A., ante esta situación tan problemática del Alto Guadalentín un estudio en el que se analizase este fenómeno tan peculiar, se buscasen las causas del mismo y si resultaba posible, se propusieran normas para eliminar o paliar los problemas que de ello se deriban.

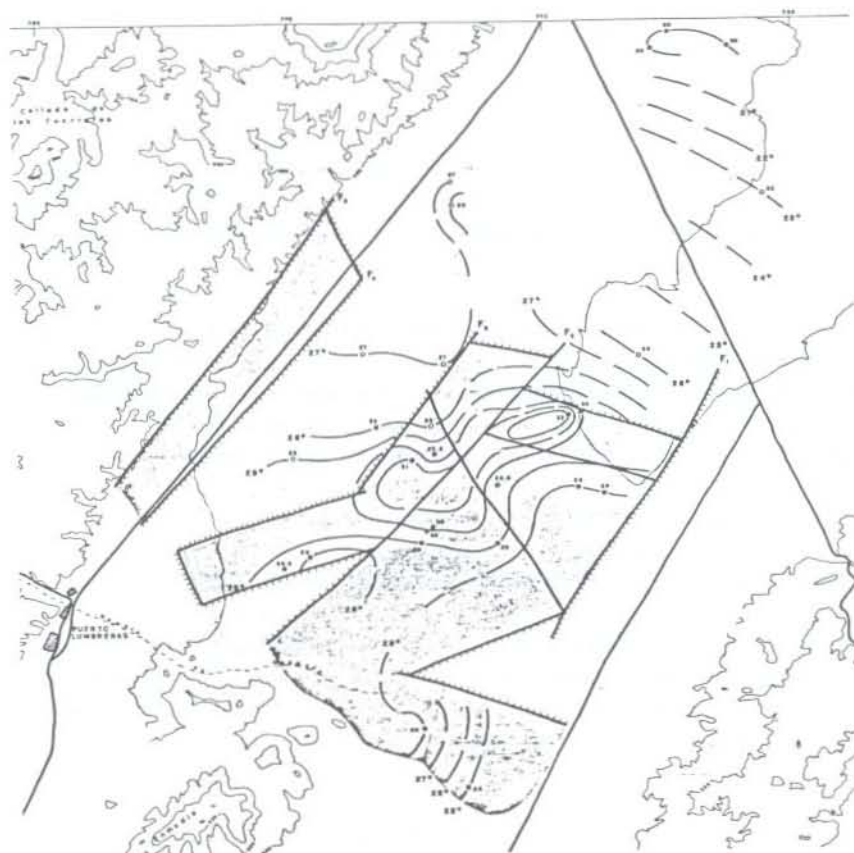
2. GEOLOGIA DEL SECTOR ESTUDIADO

2.1. ENCUADRE GEOLOGICO REGIONAL

El sector de Lorca-Puerto Lumbreras está enclavado dentro de las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas, en la Zona Bética s. str. Con posterioridad a la fase compresiva principal que estructuró la Cordillera durante el Mioceno inferior-medio, se sobrepuso en este conjunto alpino, en general y en la región estudiada en particular, una cinemática distensiva que permitió el desarrollo de cuencas miocénicas más o menos restringidas. La comarca natural del Guadalentín está individualizada por la acción de dos grandes zonas de fracturación que la bordean, que continúan siendo activas hasta tiempos actuales, lo cual ha permitido una subsidencia diferencial durante el Plió-Cuaternario y la conservación de potentes espesores de materiales aluviales depositados en esta edad.

Si enfocamos el tema dentro de un marco regional, puede observarse que en las sierras que bordean el valle aparecen materiales correspondientes a tres grandes dominios dentro de las Zonas Internas, que de E a O son:

- Complejo Nevado-Filábride de las Sierras de Almenara y el Cantal (donde afloran los materiales más internos de la región de Murcia).
- Unidades Intermedias de la Sierra de Enmedio.
- Complejo Alpujárride de las Sierras de Las Estancias y de la Tercia.



LEYENDA

- Banderas de agua
- 000 —
- Pico normal asociado por Banderas
- Isotermas (1986-87)
- Zona estudiada del estudio bajo condiciones de isoterma a 200 m

ISOTERMAS 1.986-87



Los materiales representados bajo el relleno Plio-Cuaternario pertenecen fundamentalmente al Nevado-Filábride, aunque pueden existir también de los otros dos dominios.

2.2. ESTRATIGRAFIA

Dentro del Complejo Nevado-Filábride pueden distinguirse básicamente 3 conjuntos litológicos, que están constituidos por potentes series de esquistos grafitosos en la base (Paleozoico) y sobre ellos, a veces, mármoles y cuarcitas (Triásico).

Dentro de las Unidades Intermedias de la Sierra de Enmedio pueden distinguirse dos conjuntos litológicos. Uno inferior, de al menos 500 m. de filitas arenosas, con areniscas y cuarcitas, - atribuibles al Permotriás y otro superior de unos 350 m. de calizas recristalizadas con diabasas y yesos, atribuibles al Triás.

Dentro del Complejo Alpujárride puede distinguirse un zócalo formado por dos conjuntos petroestratigráficamente diferenciados: uno inferior, constituido por micasquistos negros grafitosos, y localmente niveles de mármoles oscuros con grafito y otro superior, formado por micasquistos, filitas y metaconglomerados. Estos dos conjuntos son atribuibles al Paleozoico-Pérmico. A continuación, hay hasta 70 m. de filitas, areniscas y cuarcitas atribuibles al Triás, que finalizan con un tramo carbonatado, localmente fosilífero.

Sobre el sustrato bético de la depresión suele estar depositado el Mioceno que viene representado por una serie basal del Helveciense-Tortonense a base de conglomerados y arcillas rojas; margas y calcarenitas en el Tortonense; yesos, conglomerados, - margas y margas alternantes con conglomerados, durante el Andalucense.

El Plio-Cuaternario ocupa la parte superior del Valle del Guadalentín y se trata de conglomerados, gravas, arenas y arcillas.

El Cuaternario tiene dos facies: una de pie de monte, en la Sierra de la Tercia y otra de aluvial en las ramblas, al Sur de

esta Sierra, por ejemplo.

2.3. TECTONICA

Los materiales béticos están estructurados, en cuanto a sus accidentes de mayor envergadura, por fallas de desgarre y mantos de corrimiento, mientras que a partir del Mioceno se desarrollan fallas normales, en ocasiones de gran salto y pliegues - suaves asociados.

Al Sureste y Este de Lorca y Noroeste y Este de Puerto Lumbreras se localiza la Fosa Tectónica del Guadalentín, en la que sondeos de prospecciones geológicas (IGME-IRYDA, 1978), han puesto de manifiesto que existen unos 1000 m. (*) de margas del Mioceno y más de 300 m. de materiales detríticos del Plio-Cuaternario. Según RODRIGUEZ ESTRELLA (1978) las fallas de "Guadalentín-Orihuela-Cabo de Santa Pola" y "Norte de la Sierra de Almendra-Cartagena-Cabo de Palos", serían, respectivamente, al Norte y al Sur, las principales causantes de la formación de esta fosa.

En el fondo del valle existe, bajo el relleno terciario y cuaternario, una estructura en bloques dentro de los materiales béticos.

2.4. NEOTECTONICA

En 1980 se detectó en la traza del canal del Trasvase Tajo-Segura, en una zona próxima a Lorca, la existencia de fisuras y grietas en su mayoría paralelas entre sí, que al encontrarse en un área próxima a la gran falla del Guadalentín, indujo a pensar en la posibilidad de que las mismas pudieran guardar una estrecha relación con los movimientos sismotectónicos más recientes registrados en el entorno de dicha falla.

Con motivo de las "I Jornadas de Estudio del fenómeno sísmico y su incidencia en la ordenación del territorio" celebra

(*) Este valor es máximo, pues puede no estar presente por causas erosivas, con lo cual el Plio-Cuaternario reposaría sobre el Bético, directamente.

das en Murcia RODRIGUEZ ESTRELLA y ALMOGUERA LUCENA (1986) han -
abordado este tema con mayor detenimiento y profundidad. En su
estudio se pone de manifiesto que la falla N de la fosa del Guada-
lentín presenta un movimiento de desgarre, que en los últimos -
tiempos fué sinistrorsum, pero que en la actualidad es dextrorsum,
y que viene acompañada de frecuentes pequeños seísmos.

Además de la falla Norte, existe neotectónica en la del
Sur, incluso en pleno Valle.

3. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS GENERALES DEL SISTEMA ACUIFERO DEL VALLE DEL GUADALENTIN

Desde el punto de vista hidrogeológico, dentro del Valle
del Guadalentín pueden diferenciarse el Alto y el Bajo Guadalentín,
por presentar algunas características diferentes.

En el Alto Guadalentín (tramo comprendido entre la Sie-
rra de Enmedio y la Ctra. Lorca-Aguilas) el acuífero se presenta
como un tramo detrítico permeable único de arenas y gravas con
alta transmisividad, estimándose sus reservas útiles (a menos de
250 m. de profundidad) entre 500 y 1000 hm³. (Año 1975).

El Bajo Guadalentín, por el contrario, presenta una se-
rie de intercalaciones margosas dentro del complejo detrítico, que
si bien en su conjunto se puede considerar como único sistema acuí-
fero, las relaciones entre los distintos tramos permeables resulta
difícil de establecer en cada caso; de cualquier manera, el Ba-
jo Guadalentín presenta peores características hidráulicas que el
Alto.

En el conjunto del Valle se efectuó, en 1985, una explo-
tación de agua subterránea, para regar 33.000 has., de 112 hm³/año
frente a unos recursos renovables de 20 hm³/año. Este desequili-
brio entre recursos y explotación trae consigo una sobreexplota-
ción a expensas de las reservas con el consiguiente descenso con-
tinuado de niveles que en el Alto Guadalentín como media fué, para
1981-1985, de 7 m/año.

4. CARACTERISTICAS LITOLOGICAS DE LOS SONDEOS AFECTADOS POR GASES

En base a las escasas columnas litológicas fiables que
existen del valle, se puede decir que la mayoría de los sondeos
que están afectados por gases, han tocado en su fondo los mate-
riales béticos del sustrato, generalmente esquistosos grafitosos
y raras veces mármoles, después de atravesar un tramo de arcí-
llas arenosas rojas del Helveciense-Tortonense.

5. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS CON GASES

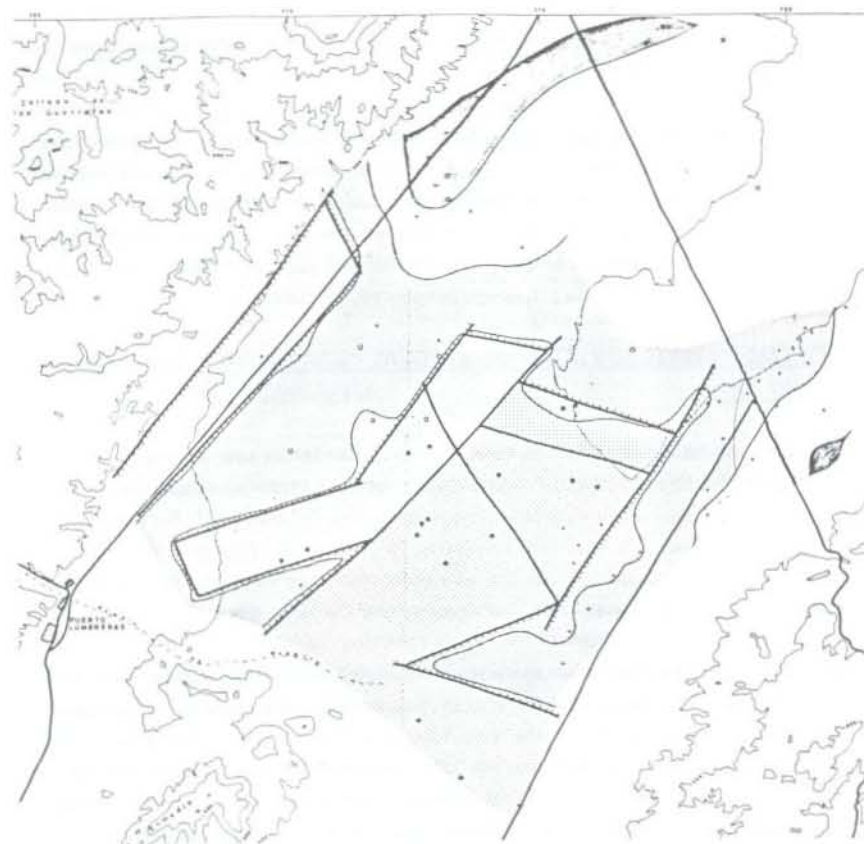
1ª) Las aguas afectadas presentan un cierto grado de turbidez,
olor desagradable, sabor picante y temperatura elevada (28 a 32ª
C); esta última aumenta en el espacio (en profundidad, pues se
aprecia en las reprofundizaciones y hacia el centro del valle,
concretamente hacia el horst elevado que hay dentro de la depre-
sión) y en el tiempo, con la aparición de los gases.

2ª) Las características químicas de las aguas con gases son las
siguientes: la mayoría de ellas presentan una facies bicarbona-
tada excepcionalmente alta (de hasta 2,734 mg/l) y ésta se ciñe
a la zona levantada del horst; los valores de salinidad exceden
por lo general de 2 gr/l y aumenta, junto con la conductividad
y contenido en bicarbonatos, bruscamente con la aparición de ga-
ses.

6. ESTUDIO DE LOS GASES

Del análisis en laboratorio de los gases, se puede decir -
que: el más abundante, con más del 80 %, es el CO₂ y le sigue el
N₂, con el 14 % y el O₂, con el 2 %, estando en muy pequeñas pro-
porciones el CH₄, H₂ y He. A mayor contenido en CO₂ menor de N₂
y O₂.

7. GENESIS Y DESARROLLO DEL PROCESO DE GASIFICACION Y SALINIZA- CION ENDOGENA EN EL SISTEMA ACUIFERO DEL ALTO GUADALENTIN



FACIES QUIMICAS

- LEYENDA
- Sondeo sin gases
 - Sondeo de 1968-69
 - ▲ Análisis anteriores a 1968
 - Falta normal deducida por Secciones
 - Línea de separación de fallas
- Facies:
- Bicarbonatada
 - Mixta
 - Cloruro-sulfatada
 - Sulfatada



Fig. 2

7.1. DISCUSION DEL PROBLEMA

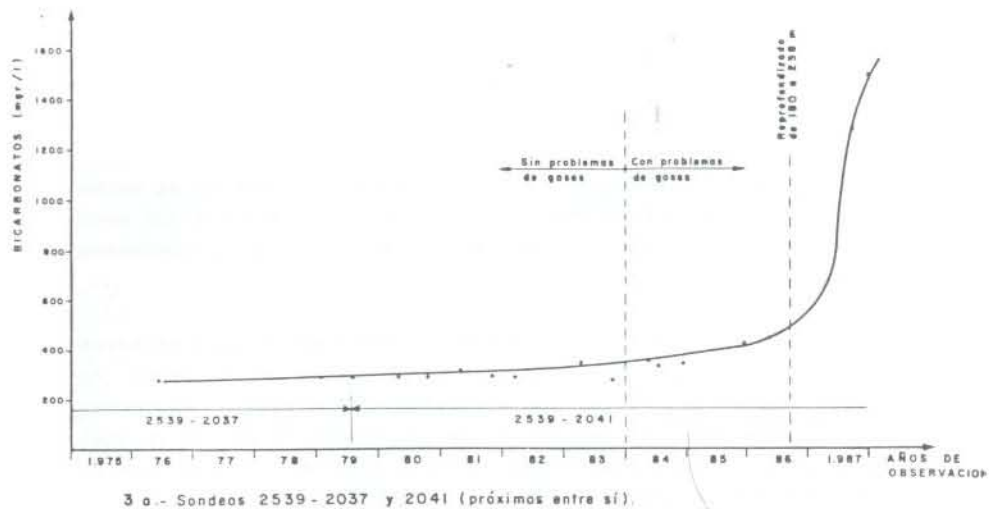
Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el estudio, llegamos a la sospecha de que el problema de los gases está relacionado con aguas profundas muy bicarbonatadas, procedentes del sustrato bético.

El hecho de que los gases se localicen en unos sectores y en otros no, viene explicado por la presencia de una serie de fallas, dentro del valle, que elevarían el sustrato. Curiosamente los gases se localizan dentro de la proyección en horizontal de un horst tectónico al SE de Puerto Lumbreras; a veces existen gases también en las proximidades circundantes de este entorno, pero ello es debido a que las fuertes explotaciones van atrayendo el agua con gas. Los problemas de gases son mayores en las zonas de fallas y en las baterías de explotación.

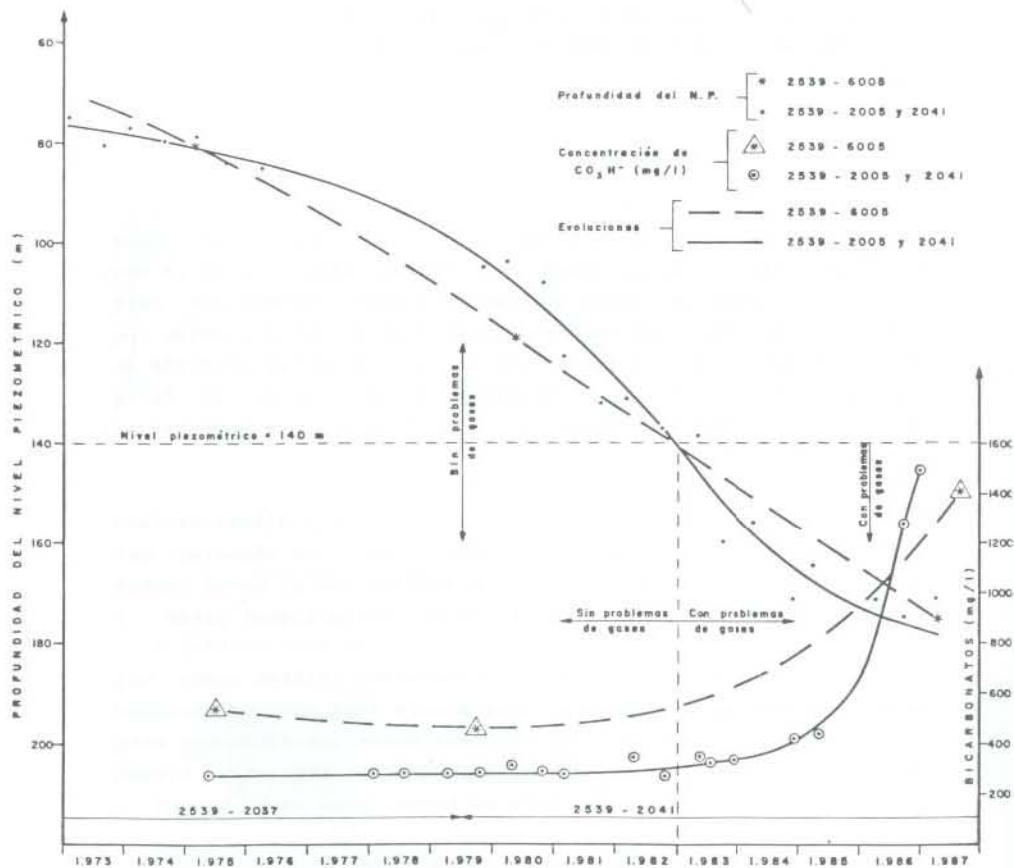
La temperatura parece estar ligada también a los gases; sin embargo los sondeos al Sur de Lorca tienen 20°C y a pesar de ello tienen gases, (*) aunque el sustrato bético está a poca profundidad. Por tanto, el factor infalible de la presencia de gases es la cercanía, en profundidad, del sustrato bético, y no la temperatura. Además del grado geotérmico normal, creemos que existen anomalías positivas geotérmicas en todo el valle y desde luego lo que está claro es que se dan en las dos fallas de borde de la fosa hasta el punto de localizarse, en la traza de la falla de Alhama, los baños termales del mismo nombre, cuya temperatura del agua es 40°C.

El gas no necesita, necesariamente, un acuífero profundo importante para generarse (como por ejemplo los mármoles del Nevado-Filábride), pues esto está de acuerdo con el hecho contradictorio de que los sondeos que tocan esquistos tienen gases y los de mármoles no. Por otro lado se ha visto (por Geofísica y por sondeos) que en el valle en profundidad, existen pocos mármoles y cuando se dan aparecen lógicamente (por razones erosivas) en las zonas hundidas de forma inconexa entre los distintos materiales triásicos. No obstante creemos que los esquistos tienen algo de agua, al menos en su zona de techo, como se ha podido

(*) Estos gases no han sido analizados y es posible que no se trate de CO₂.



3 a.- Sondeos 2539-2037 y 2041 (próximos entre sí).



3 b.- Sondeos 2539-6005, y 2037-2041. 126

Fig. 3.- Evolución de los bicarbonatos en el tiempo y profundidades del nivel piezom.

confirmar en el sondeo el "Saladillo" en Mazarrón, que la Comunidad Autónoma, ADARO y el IGME llevaron a cabo en 1985 con fines geotérmicos; en dicho sondeo emergió agua a 50°C con contenido en CO_2 y con un caudal de 12 l/s.

El hecho de que los sondistas digan que aproximadamente a la profundidad de 140 m. cortaron unas arcillas rojas y aparecieron los gases puede tener una explicación. El CO_2 no es que esté en estas arcillas, sino que al tocarlas bajo el Plio-Cuaternario (pues serían del Helv.-Tort.) han seguido perforando hacia abajo, las han atravesado y tocado los esquistos béticos que es donde están los gases; esto parece confirmarse con las columnas de los sondeos. Las arcillas harían un efecto de pantalla.

Pero todavía nos podemos hacer otra pregunta ¿los gases han existido siempre en el acuífero Cauternario, o son de instalación reciente? En primer lugar, hay que decir que no son de instalación reciente pues, como ya se ha apuntado, desde el 1974 se conocen en Totana; lo que sí es cierto que, al menos en el Alto Guadalentín, empezaron a constituir un verdadero problema diez años después. Pero esto ¿por qué? Pues precisamente porque en 1984 el grado de sobreexplotación llegó a ser tal que los niveles acentuaron sus descensos y las necesidades obligaron a reprofundizar muchos de los sondeos o a hacer otros nuevos profundos. Pero en otros tiempos también algunos pioneros se atrevieron a realizar sondeos profundos (mayores de 200 m.) ¿por qué en estos no salió gas? La respuesta ya la hemos enunciado anteriormente: porque la carga hidrostática del agua se lo impedía; por eso en las zonas del sustrato más elevado, donde también la carga hidrostática es menor y donde los sondeos pueden llegar más fácilmente a tocarlo, es donde han aparecido los gases, lo cual no excluye que en zonas más hundidas del sustrato, haya también CO_2 .

7.2. ORIGEN DEL PROCESO DE GASIFICACION

1ª) Dentro del sustrato bético, en el techo de los esquistos y cuarcitas algo permeables, existe una zona de saturación en agua muy salina cuya elevada concentración es debida a: condiciones altas de presión-temperatura, largo período de contacto agua-roca y dificultosa conexión con el ciclo hidrogeológico. Vamos a analizar con más detenimiento cada uno de estos apartados.

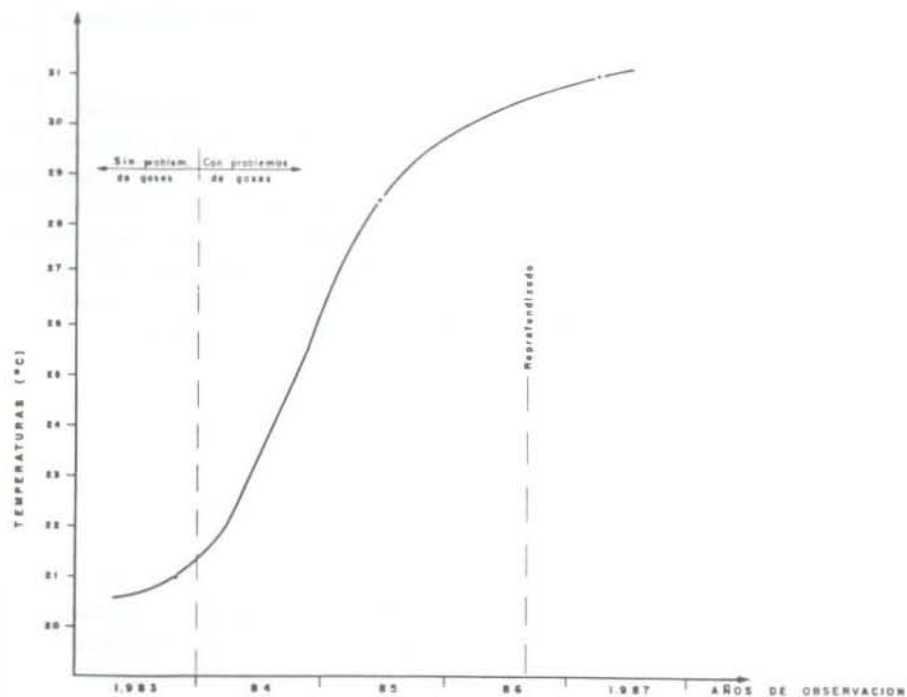


Fig. 4.- Evolución de la temperatura en el sondeo 2539-2041.

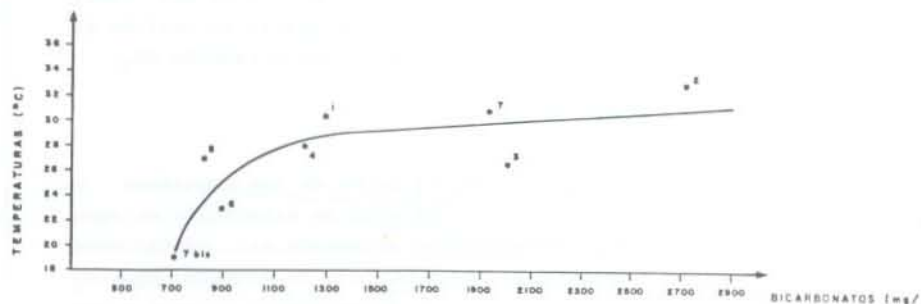


Fig. 5.- Relación entre temperaturas y bicarbonatos.

1ª a) Durante el Mioceno inferior-medio se desarrolla en las zonas Internas de la Cordillera un metamorfismo regional de grado bajo a medio que afecta a materiales arcillosos impuros con un cierto contenido en carbonatos, fundamentalmente CO_3Ca y CO_3Mg y/o materia orgánica. Estos materiales estaban, en parte, afectados por otra orogénesis más antigua. Durante el desarrollo del metamorfismo alpino, se generaron un conjunto de reacciones y transformaciones minerales, muchas de las cuales se produjeron con liberación de H_2 , que fácilmente pudo solubilizar otros iones liberados en esas reacciones. Las condiciones especiales de presión y temperatura existentes favorecieron un incremento del producto de solubilidad del H_2O , que de este modo pudo saturarse con una mayor concentración de sales.

1ª b) La liberación de los fluidos salinos que se comenzaron a generar durante el Mioceno inferior no se produjo de un modo instantáneo durante el climax compresivo. Por el contrario, fué un fenómeno gradual en el que los terrenos metamorfizados fueron re adaptándose al nuevo ambiente geológico que comenzó a desarrollarse en las Cordilleras Béticas a partir del Mioceno medio. En aquellas regiones en que la tectónica distensiva posibilitó el desarrollo de cuencas muy subsidentes rellenas de materiales neógenos predominantemente arcillosos, el proceso de liberación de fluidos del sustrato pudo verse en gran parte interrumpido. De este modo, se originaron auténticas trampas de fluidos endógenos, que permanecen en equilibrio con las condiciones del entorno a una escala de tiempo geológico.

1ª c) Si en los terrenos metamórficos con un alto contenido en fluidos salinos, sellados por sedimentos arcillosos neógenos, existe una mala comunicación con el agua subterránea relacionada con el ciclo hidrológico, no se favorece la lixiviación de sales, y es muy pequeña la cierta dilución de sus fluidos endógenos. Esta condición genera un almacenamiento y casi estanqueidad de fluidos de origen fundamentalmente antiguo (Mioceno inf.-med), con un tiempo de permanencia en íntimo contacto con el medio rocoso de millones de años, en unas condiciones de presión y temperatura más elevada que los que presentan las aguas subterráneas y selladas en las cuencas neógenas por materiales arcillosos que dificultan su liberación.

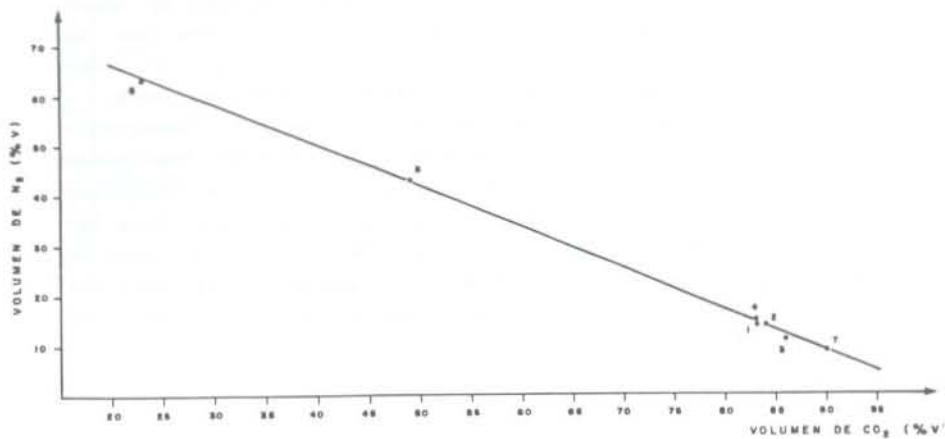


Fig. 6. - Relación entre CO₂ y N₂.

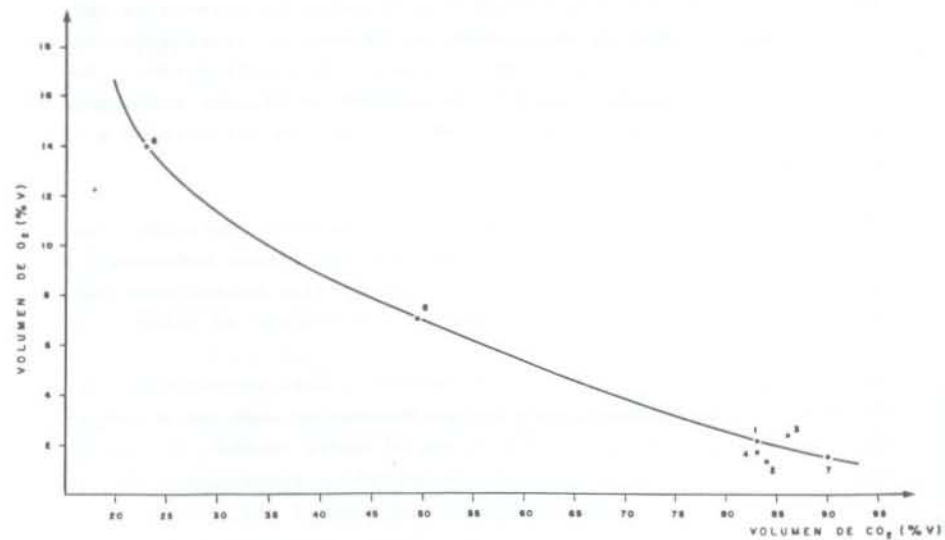


Fig. 7. - Relación entre CO₂ y O₂.

2ª) Estas condiciones ideales de acumulación de gases y líquidos salinos en condiciones de cierta estanqueidad, se dan de un modo global en muchas de las cuencas neógenas de la región de Murcia y especialmente en las del Guadalentín, Lorca, Gañuelas-Mazarrón, Campo de Cartagena, etc.

3ª) Dichas condiciones ideales se ven modificadas por dos grandes conjuntos de factores tendentes a la liberación local o regional de gases y fluidos de alta salinidad y temperatura:

3ª a) Un proceso de liberación lento y natural, que se produce a un ritmo constante a la escala de tiempo humana. Es debido a la acción de las grandes fallas activas de borde de cuenca, y bandas neotectónicas asociadas. Dentro de este tipo de accidentes puede hacerse fundamentalmente una gran división en dos tipos de manifestaciones.

3ª a.1) Manantiales termales.

3ª a.2) La liberación de energía endógena se produce en fase gaseosa predominante, cuando los sustratos béticos no constituyen verdaderos sistemas hidrogeotérmicos, pero sí contienen gases y líquidos mineralizados que, sobre todo los primeros, pueden ir escapándose lentamente a la atmósfera o ir disolviéndose en las aguas subterráneas de sistemas acuíferos suprayacentes, por difusión.

En el caso de que se produzca esta disolución en las aguas subterráneas de algunos sistemas acuíferos, este fenómeno puede pasar fácilmente inadvertido cuando se encuentran en condiciones inalteradas. Este aporte, a un ritmo lento, se incorporaría al proceso de adquisición de las características hidroquímicas de las aguas subterráneas como una constante del sistema; de modo que si en ciertos sectores del sistema existe un cierto aporte de CO₂ endógeno que ocasiona una mayor disolución del CO₃Ca contenido en la roca acuífera, se tendría una zona del sistema con mayor contenido en CO₃H⁻ y Ca⁺⁺ o Mg⁺⁺ que en otras zonas.

El fenómeno descrito explica la distribución de facies

hidroquímicas dentro del sistema acuífero del Alto Guadalentín.-
En este, la facies bicarbonatada cálcica aparece asociada a:

- Menor profundidad del sustrato bético esquistoso.
- Intensa fracturación asociada a la etapa distensiva, que origina una estructura en horst tectónico multi fracturado debajo del valle.
- Actividad neotectónica generalizada, que posibilita - que las fallas permanezcan abiertas y con potenciali dad conductora de gases y aguas mineralizadas de ori gen profundo.

Hacia las zonas laterales de graben, el menor aporte de CO_2 endógeno posibilita que las facies hidroquímica evolucionen a cloruradas, sulfatadas y mixtas, que son las propias de los ma teriales de formación de la roca acuífera o de sus límites imper meables laterales (yesos del Andaluciense al Sur de Lorca).

Por otro lado, las condiciones de presión y temperatura de los fluidos termales del sustrato bético del sistema acuífero del Alto Guadalentín, tienen una influencia directa en la adqui sición y distribución de las facies hidroquímicas de sus aguas subterráneas con independencia de cualquier volumen de explota ción mediante sondeos, pudiendo considerarse como dos parámetros más a incorporar a las características del sistema acuífero.

3º b) Un proceso de liberación rápida de energía endógena es moti vado por la sobreexplotación del sistema acuífero cuaternario.

El deterioro de las características originales del siste ma sigue una serie de etapas:

- * La aceleración del mecanismo de liberación material de gases y líquidos mineralizados, consecuencia de la - disminución de la carga hidrostática del sistema acuí fero.
- * Se acentúa el proceso de incremento de la salinidad de las aguas subterráneas a mayor profundidad y mayor -

proximidad al sustrato .

* Al explotarse agua de regiones del acuífero cuaternario cada vez más profundas, los conos de bombeo producen un incremento adicional de aceleración del mecanismo de liberación. Además, como los flujos subterráneos en los conos de bombeo tienen cada vez más una componen te vertical apreciable (como consecuencia de la dismi nución progresiva de la transmisividad del acuífero) el mecanismo de mezcla de aguas profundas mineralizadas y superficiales de menor contenido salino es cada vez más rápido e intenso. De este modo, se produce un in cremento global de la salinidad del sistema y se libe ra CO_2 (que estaba disuelto en forma de ión CO_3H^- en las zonas profundas del manto subterráneo) como conse cuencia de la disminución de presión, actuando los son deos de mayores profundidades y depresiones dinámicas- (generalmente identificados con las mayores extracciones) como vías preferentes de contaminación salina y gaseo sa del sistema acuífero.

* La continua reprofundización de las captaciones ocasiona que algunos de los sondeos perforen el sustrato esquistoso del acuífero. En ocasiones, pueden romper bolsas de aguas mineralizadas termales y gases (sobre todo CO_2) a alta presión, que incrementa la saliniza ción y gasificación de las aguas subterráneas, produ ciendo además el efecto adicional de contaminación tér mica. Los materiales del Mioceno aíslan no solo hidrá ulicamente al "acuífero profundo", sino también térmi camente, dada la baja conductividad calorífica de las arcillas. De este modo, pueden existir aguas minerali zadas termales en profundidad a alta presión, aisladas del sistema acuífero "frío" superficial. Si un sondeo rompe el "tapón" arcilloso, la mayor presión de confi namiento de los fluidos endógenos con respecto a la carga hidrostática del sistema ocasiona una contamina ción térmica e hidroquímica.

Como resumen a este apartado, se exponen a continuación el conjunto de condiciones que confluyen en el sistema acuífero Cuaternario del Alto Guadalentín para originar los fenómenos de gasificación e incremento de la salinidad que han motivado la realización del presente estudio. Las condiciones que se presentan pueden extrapolarse a otros sistemas definidos en el ámbito geológico de las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas, que ocupan una buena parte del subsuelo de la región de Murcia:

- Se requiere un sustrato esquistoso muy potente, que haya posibilitado la generación de fluidos mineralizados termales y de gases a partir del Mioceno inferior, donde se produce el metamorfismo de las rocas preexistentes de naturaleza arcillosa con un cierto contenido en carbonatos y/o materia orgánica.
- El proceso de liberación gradual de fluidos y gases endógenos se detiene o al menos se desacelera, en las cuencas neógenas que comienzan a desarrollarse a partir del Mioceno medio-superior, debido a la acumulación de materiales arcillosos y presión hidrostática.
- Paralelamente al mecanismo de acumulación predominante, se producen fenómenos de liberación natural a través de grandes fallas aún activas y bandas neotectónicas asociadas. Los líquidos y/o gases liberados se incorporan a las características físicas de las aguas subterráneas de los sistemas acuíferos fríos superiores si estos se interponen entre los almacenes endógenos y la superficie. A estos sistemas los llamaremos de influencia endógena.
- La sobreexplotación de un sistema acuífero con influencia endógena acelera el ritmo de incorporación de aguas hipersalinas y gases a las aguas subterráneas. Ello es debido a la disminución de la carga hidrostática del acuífero sobre las zonas de liberación natural de energía endógena.

- Si en un sistema acuífero con sustrato esquistoso se realizan perforaciones que atraviesen de un modo completo los niveles arcillosos de base, se producirá una contaminación térmica e hidroquímica, con independencia de que esté sobreexplotado o no; lógicamente, la sobreexplotación acelerará este proceso.

- Como consecuencia de la llegada de numerosos sondeos profundos al sustrato bético, se produce, en el acuífero cuaternario, una alimentación adicional de agua procedente del acuífero profundo (naturalmente de mala calidad). Este hecho, que no debe magnificarse, vendría corroborado por el atenuamiento del descenso piezométrico, que se observa en el tramo final de la curva de la fig. nº 3, correspondiente a los 5 últimos años. Dicho fenómeno llama la atención, pues lo que cabría esperar sería justamente lo contrario, al encontrarnos ya en el "fondo del vaso" y no haber disminuido la explotación de un año para otro.

- Es muy difícil evaluar los recursos y reservas de este acuífero profundo, pero es necesario admitir una alimentación (aunque dificultosa y precaria) procedente de las montañas que bordean el valle y fundamentalmente a través de fallas, pues si no se explica que haya fuentes termales salinas, como la de los Baños de Archena (fuera de la zona), que no lleguen a secarse nunca.

11. RECOMENDACIONES

Para tratar de evitar el problema de los gases, es necesario conocer primero, con certeza, el origen de los mismos. Como se ha podido ver, no es este nuestro caso, pues el tema es tan complejo que nos tenemos que mover en el campo de las hipótesis, y no siempre una sola es capaz de explicar todos los fenómenos de todo el Valle del Guadalentín. Sin embargo teniendo en cuenta que existen "hechos comunes" nos atrevemos

a dar unas recomendaciones para que se pongan en práctica y se rá la experiencia la que nos diga si fueron acertadas o no.

a) En primer lugar hemos visto que los gases están localizados en zonas donde el substrato se encuentra a poca profundidad. Pues bien, si se trata de realizar nuevos sondeos para sustitución de caudales, hay que huir de la zona del horst, y situarse en la "minifosa" al SE de Puerto Lumbreras, por ejemplo. Esto habrá de hacerse en base a la Geofísica y columnas litológicas de sondeos. Naturalmente en los sondeos que se hicieran, se llevaría un buen control geológico, con el fin de que no tocasen el Bético en profundidad.

b) En los sondeos en los que ya hay presencia de gases, la eliminación de éstos es tarea muy difícil, pues ya se han intentado instalar distintos "dispositivos" en boca de sondeo, - sin obtener buenos resultados. Lo aconsejable sería intertar - eliminar el problema desde su origen y no en su manifestación. Y para ello, proponemos cementar el fondo de aquellos sondeos que hayan atravesado las margas rojas y tocado los esquistos grafitosos del Nevado-Filábride; como resultan poco fiables las informaciones de los sondistas, sería necesario realizar una testificación antes de proceder a la cementación

c) Puesto que ya son muchos los sondeos que han tocado el substrato bético, de nada serviría cementar unos y dejar otros, pues por estos últimos subirían los gases y se propagarían a las zonas circundantes. Por ello es aconsejable realizar un estudio más amplio de todo el Valle del Guadalentín, y en aquellos sondeos en los que ya se sabe que están afectados por gases, se efectuará una testificación para su posterior cementación, allí donde se confirmase la presencia del substrato bético. Así mismo se deberán analizar los gases del Sur de Lorca, para ver si se tratan de otros distintos al CO_2 .

d) Ya hemos visto que la bajada de niveles piezométricos, motivada por la sobreexplotación, ha acelerado las manifestaciones de gases en el Valle. Pues bien, se intentará, por todos -

los medios detener la explotación en el acuífero, y en ese sentido la reciente propuesta de un perímetro de protección, de fecha 14-4-87 contribuirá sin duda a regular las extracciones por bombeo.

c) Por último es recomendable que los servicios de Investigaciones Agrarias comprobasen el efecto de los gases sobre cultivos y suelo.

BIBLIOGRAFIA

COM. AUT. REG. MURCIA (Nota interior 1987).- Estudio para evaluar los problemas en relación con las surgencias gaseosas en captaciones de aguas subterráneas del Alto Guadalentín (Murcia).

IGME (Nota interior, 1986).- Actualización de puntos de agua y explotación en el sistema acuífero del Valle del Guadalentín (Murcia), durante el año 1985.

IGME - IRYDA (1978).- Investigación hidrogeológica de la Cuenca - Baja del Segura. (8. informes y 18 tomos). Inf. nº 5. Valle del Guadalentín.

RODRIGUEZ ESTRELLA, T. (1978).- Geología e Hidrogeología del sector de Alcaráz-Liétor-Yeste (prov. de Albacete). Síntesis geológica de la Zona Prebética. Univ. de Granada. Tesis doctoral. Publicada en 1979 por el IGME. Colec. Memorias t. 97. I y II. 566 pp.

RODRIGUEZ ESTRELLA, T. y ALMOGERA LUCENA, J. (1986).- "La Neotectónica al Noreste de Lorca (Murcia) y su incidencia en el Canal del Tránsito Tajo-Segura" I Jorn. de est. del fenóm. sísmico y su incidencia en la ordenac. del territorio. Comunidad Autónoma de Murcia.