

25

HIDROGEOLOGIA DEL CAMPO DE DALIAS (ALMERIA):

RESUMEN DE LOS CONOCIMIENTOS ACTUALES

POSIBILIDAD DE ESTUDIO DIGITAL

José Luis OCHOA
Jean Pierre THAUVIN

Diciembre, 1974

25

INDICE

	<u>Págs.</u>
INTRODUCCION	1
1.- SINTESIS RESUMIDA DE LA HIDROGEOLOGIA DEL CAMPO	2
1.1.- DESCRIPCION SOMERA DE LAS FORMACIONES	3
1.2.- EL ACUIFERO DOLOMITICO	4
1.3.- LAS MARGAS TERCIARIAS	6
1.4.- EL DETRITICO TERCIARIO	6
1.4.1.- Geometría	7
1.4.2.- Piezometría	7
1.4.3.- Hidrodinámica	8
1.4.4.- Consumo	9
1.4.5.- Alimentación	10
1.4.6.- Hidroquímica	10
2.- POSIBILIDAD DE ESTUDIO DIGITAL DEL DETRITICO	11
2.1.- INTERES DE PROSEGUIR EL ESTUDIO	12
2.2.- POSIBILIDAD Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DIGITAL	12
2.3.- MEJORAMIENTO DE LOS CONOCIMIENTOS, PREVIA A LA ELABORACION DEL MODELO	14
2.3.1.- Geometría del acuífero	14
2.3.2.- Piezometría	14
2.3.3.- Hidrodinámica	15
2.3.4.- Entrada	16
2.3.5.- Salidas	17
3.- ESTIMACION DE LOS MEDIOS NECESARIOS	19
3.1.- EN OBRAS	20
CONCLUSIONES	21

INTRODUCCION

El campo de Dalías constituye, en la Provincia de Almería, uno de los mejores almacenes de aguas subterráneas directamente aprovechables y representa también el foco socio-económico más importante de la Provincia. Eso lleva consigo el carácter imprescindible de un buen conocimiento de la hidrogeología de la zona y de la reacción futura del acuífero frente a explotaciones cada vez más importantes que ya se han traducido por descensos, aunque débiles todavía, de los niveles piezométricos.

En esta óptica, ha parecido evidente la utilidad de un estudio detallado de los distintos factores que influyen sobre el comportamiento del acuífero frente a las explotaciones, y se planteó el problema de saber si un modelo matemático pudiera completar el conocimiento actual (en una fase previa de calaje, equivalente a un llamado "modelo inverso", que a lo mejor se podría ejecutar con los datos existentes referidos al año 1965) y luego estudiar la relación niveles-explotaciones en la actualidad y en el futuro para poder proponer una optimización de la explotación.

1.- SINTESIS RESUMIDA DE LA HIDROGEOLOGIA DEL CAMPO

1.1.- DESCRIPCION SOMERA DE LAS FORMACIONES

Existen en el Campo de Dalías 2 acuíferos superpuestos: arriba un complejo detrítico terciario, abajo un complejo bético predominantemente dolomítico; los separa una serie margosa también terciaria, cuya potencia disminuye de varios centenares de metros a cero de Sur a Norte.

El detrítico terciario consta esencialmente, en la mayor parte del Campo, de una capa de calcarenitas cuyo espesor máximo es del orden de los 80-100 m. Hacia la base, dichas calcarenitas son más arenosas y pasan más o menos gradualmente a las margas. En algunos sectores (bordes nortes, y zona oriental), las calcarenitas se convierten en facies de borde (conglomerados).

Las margas terciarias pueden admitir en su seno algunas pasadas conglomeráticas de escasa extensión lateral. Sin embargo, en el borde norte, se convierten en facies de borde (conglomerados con pasadas margosas). En su base existe generalmente un conglomerado de base formado con elementos del bético - subyacente.

El complejo bético se compone esencialmente de la potente unidad dolomítica de la Sierra de Gádor que se prolonga bajo el Campo; está afectada por fracturas de gran salto y su homogeneidad hidráulica, aunque probable, no está demostrada. En el NE del Campo, esta unidad se encuentra cabalgada por el

llamado "manto de Felix", compuesto de un paquete de idénticas dolomías que descansan sobre filitas. No se tiene la seguridad de que las dolomías encontradas en profundidad sean siempre las de Gádor, sino que pueden pertenecer a veces (NE del Campo) al manto de Felix; no obstante, no existen en el sondeo 4D.

Además de estas formaciones, cabe señalar potentes conos de deyección en el NW del Campo, un recubrimiento poco peso de Cuaternario reciente en la mayor parte de la zona, y formaciones volcánicas en el NE del Campo.

1.2.- EL ACUIFERO DOLOMITICO

Aunque es posible que existen los 2 mantos de cabalgamiento de Gádor y de Felix, lo más probable es que exista solamente el más importante, el de Gádor.

Está constituido por las mismas dolomías que las de la Sierra de Gádor, que se hunden debajo del Campo, y por tanto debe estar alimentada por dicha Sierra.

Su potencia total es desconocida pero debe de ser superior a varios centenares de metros.

Ha sido encontrada en muchos sondeos en el borde NW, así como en algunos, muy profundos, en otras partes del Campo. Además su techo ha sido determinado mediante una campaña de geofísica eléctrica profunda. Aparece fuertemente afectada por una tectónica de bloques con fallas de salto tal que, en alguna zona, pueden posiblemente (aunque no probablemente) aislar hidráulicamente un bloque del otro; sin embargo, este punto no está comprobado.

El techo de las dolomías se encuentra a cotas variables entre + 200 ó 300 m (afloramientos) y - 750 m; incluso, en un determinado sector del centro del Campo, la geofísica no ha podido detectar dicho techo a - 1200 m.

Estas dolomías albergan un manto cautivo, de carga muy fuerte puesto que el nivel piezométrico oscila, según la zona, entre las cotas - 7 y + 14 aproximadamente. El escaso número de puntos de observación no permite hacerse una idea muy exacta de la superficie piezométrica, máxime si se tiene en cuenta que raramente ha sido aislado el acuífero dolomítico del superior.

Los numerosos sondeos del borde NW indican una cota piezométrica bastante homogénea (+ 6 a + 8 m) a lo largo de más de 10 km. mientras que los niveles del Detrítico Terciario deben tener siempre una cota superior a + 20 m.

En la parte central del borde norte, el sondeo profundo S 3 D ha encontrado la base del Detrítico Terciario a una cota muy alta (unos 100 m), y el nivel piezométrico del acuífero dolomítico a una cota parecida (+ 14 m) a la que tendría dicho Detrítico. Por lo tanto, parece ser que, aquí por lo menos, los dos acuíferos están intercomunicados.

Un poco más al Este, en el sondeo profundo S. 4 D, el nivel piezométrico está a la cota + 13 m, pero dentro del Detrítico; no se sabe por tanto si este nivel es de uno u otro acuífero, o si es el mismo para ambos.

Al acuífero dolomítico se puede añadir, puesto que están tan conectados hidráulicamente, un conglomerado de base terciario, que tiene generalmente varias decenas de metros de potencia.

1.3.- LAS MARGAS TERCIARIAS

Constituyen generalmente una pantalla impermeable entre el acuífero dolomítico y el detrítico. Salvo cerca del borde norte, tienen unas facies francamente margosa (aunque con algunas pasadas conglomeráticas) y una potencia de varios centenares de metros (probablemente hasta más de 1000 m).

No afloran en ninguna parte salvo en el sector Balerna-Guardias Viejas, sobre unos 6 km según un eje aproximadamente W-E. En su prolongación, más hacia el E, dejan de aflorar, pero su techo se encuentra a cotas variables entre + 10 y + 50 m, lo que significa que, con respecto al acuífero detrítico, pueden las margas independizar localmente el sector litoral del campo propiamente dicho.

En el borde norte, las margas disminuyen considerablemente de potencia e incluso desaparecen, lo que pone en entre dicho el papel de pantalla impermeable que tienen en el resto del Campo.

1.4.- EL DETRITICO TERCIARIO

Se entiende por tal las distintas formaciones detríticas infrayacentes a las margas, que pasan una a otra lateral o verticalmente sin que existan entre ellas alguna facies impermeable continua y potente.

Estas formaciones son esencialmente las siguientes:

- En el NW, potentes conos de deyección
- En la mayor parte de los bordes norte, conglomerados
- En la mayor parte del Campo, calcarenitas llamadas - "formación Vicar".

1.4.1.- Geometría

La geometría de este detrítico está bastante bien conocida por sondeos y geofísica, salvo en el borde norte donde las alternancias margo-detríticas hacen arriesgadas las interpretaciones geofísicas y donde los cortes de sondistas, muy esquemáticos y muy "caseros", son difícilmente interpretables.

Por término medio, este detrítico tiene una potencia de unos 60-100 m, menor en escasos sectores, y bastante mayor cuando se trata de conglomerados o de conos de deyección. La potencia saturada parece variar entre 0 y unos 60 metros.

1.4.2.- Piezometría

La piezometría está conocida por más de 1000 puntos de agua inventariados durante el Estudio, de los cuales han sido nivelados cerca de 500.

Además de la medición mensual de 54 piezómetros, y semestral de 125, se dispone de dos mediciones de la mayor parte de los puntos, una en diciembre de 1972 y otra en septiembre de 1973. En estas fechas de diciembre 1974, se está ejecutando otra campaña, que pretende ser a la vez más completa y más concentrada en el tiempo.

Las medidas de diciembre 1972 (que son las más completas actualmente disponibles) han permitido poner de manifiesto los siguientes caracteres de la superficie piezométrica.

- En todo el sector costero situado, al Sur del eje de afloramiento o sub-afloramiento de las margas, la piezometría es muy tranquila, con cotas poco elevadas (generalmente inferiores a 1 m), y un sentido de escorrentía hacia el mar.

- Un poco más al interior aparece en la piezometría una cubeta probablemente producida por las fuertes explotaciones del sector de El Ejido.
- En la zona de Roquetas-Aguadulce-Llanos del Cañuelo, la superficie piezométrica es muy tranquila, con cotas poco elevadas (0 a 3 m) y escorrentía dirigida hacia el mar.
- Un poco más al interior aparece, como en el Oeste, una especie de cubeta, con cotas nulas e incluso negativas.
- Al W de los sectores anteriores y siguiendo aproximadamente la carretera que une la general a la población de la Mojonera, se destaca una franja estrecha que separa un sector occidental con cotas piezométricas del orden de + 15 m, de un sector oriental cuyas cotas varían entre 0 y + 3 m. Esta discontinuidad puede ser debida a 2 causas: un accidente tectónico que tenga efecto de pantalla, o una zona muy margosa; hay que reconocer que no parecen verosímiles ni una ni otra hipótesis que, de todas formas, se traducirían por una llamada "pseudobarrera de transmisividad". Se carece de momento de datos para proponer otra hipótesis.
- La ausencia completa de puntos de observación en el borde norte no permite definir la forma de las isopiezas ni por tanto las condiciones límites, que sería de sumo interés conocer.

1.4.3.- Hidrodinámica

De 1965 hasta ahora, se ha ejecutando en el Campo de Dalías más de 100 bombeos de ensayo, los tres cuartos de ellos por el entonces I.N.C. En la mayor parte de los casos, parece ser que los resultados conseguidos son poco fidedignos, bien por las condiciones en que han sido realizadas (por ejemplo bombeo

en 2 acuíferos simultáneamente, caso lo más frecuente), o bien, de manera más general, por el hecho de haber utilizado de manera abusiva el esquema hidrodinámico de Theis-Jacob. Una selección de estos bombeos de ensayo y la realización de varios más son indispensables.

Aunque, debido a lo anterior, la repartición espacial de los parámetros hidráulicos puede ser considerada como poco conocida de momento, el valor medio de la transmisividad, tanto del Vicar como de los conglomerados, parece establecerse entre 20 y 100 m²/h (0,5 a 2,5 %⁻² m²/s), y el de la porosidad eficaz entre 5 y 18%.

Las condiciones en los límites, aún hipotéticas en varios sectores, pueden ser definidas, de momento, como sigue:

- . Flujo nulo: A. sector Balerna-Guardias Viejas
- B. límite NW (?)
- C. límite NE (?)

- . Potencial impuesto (nulo)
- D. Costa entre A y B
- E. Costa entre A y Aguadulce

- . Potencial variable
- F. esquina de Aguadulce } alimentación por
- G. límite norte central } las dolomías (?)
- H. Valle de Dalías - Alim. por el Cuaternario (?)

1.4.4.- Consumo

Ha sido estimado en unos 50-60 hm³/año, de los que un 90% corresponden a fines agrícolas. La encuesta hidro-agrícola muy detallada ejecutada por el Estudio en el año 1972 ha llega

do a la determinación del consumo agrícola por zona y por cultivo. Un complemento de interpretación permitiría determinar la explotación y el riego con la distribución espacial que se deseara.

1.4.5.- Alimentación

En toda lógica, es igual a la suma del consumo y de las pérdidas (al mar, y quizás, en algunos sectores, hacia las dolomías), disminuida de la sobreexplotación local. Aunque posible, la determinación de la alimentación por esta vía no ha sido todavía intentada y será probablemente delicada.

También es igual a la suma de la lluvia eficaz, de la alimentación por el borde norte (infiltración de escorrentía superficial o aportes de las dolomías, según el sector), y de los excesos de riego. El primer factor y el último pueden ser determinados, siendo el tercero de estimación muy delicada.

Aún con ciertas aproximaciones, también se puede distribuir las entradas con la repartición espacial que se desea.

1.4.6.- Hidroquímica

Como es lógico, aparece un empeoramiento de la calidad química de aguas arriba (Norte) a aguas abajo (costa). La concentración en cloruros es inferior a 200 mg/l en todo el borde norte (incluso inferior a 100 en algunos sectores), y es superior a 1 g/l a partir de la mitad del Campo. Los mapas elaborados a partir del análisis de unas 80 muestras recogidas en diciembre 1972 podrían ser mejorados y hacer aparecer, mediante un mayor número de análisis, datos interesantes sobre la alimentación por ejemplo. Es lo que se pretende conseguir mediante una campaña de recogida de unas 200 muestras en Enero próximo.

2.- POSIBILIDAD DE ESTUDIO DIGITAL DEL DETRITICO

Un modelo matemático, una vez conocida la repartición espacial de los principales parámetros (potenciales, transmisividades, caudales de inyección y de explotación) y después de un calaje adecuado, permitiría observar el comportamiento del acuífero y la evolución del mismo en el tiempo frente a todos los esquemas de explotación que se desease simular.

Antes de todo se deben hacer 3 preguntas:

- ¿Vale la pena estudiar este acuífero con más detalles?
- ¿En la afirmativa, como plantear la simulación?
- ¿Como conseguir los datos que faltan?

2.1.- INTERES DE PROSEGUIR EL ESTUDIO

A la primera pregunta, parece evidente contestar afirmativamente, por 2 razones principales: por una parte, como hemos dicho en la introducción, el Campo de Dalías representa el más importante foco socio-económico de la Provincia y su acuífero es de los más asequibles; por otra parte, no está demostrada su sobreexplotación general; los niveles bajan en algunos sectores solamente; podrían bajar aún más, al menos en varias zonas, sin que se produjese una invasión marina; al bajar los niveles, el acuífero podría, quizás, recibir un complemento de alimentación por las dolomías.

2.2.- POSIBILIDAD Y PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DIGITAL

Antes de todo, conviene rechazar la solución "simulación

analógica". Por una parte sería bastante complicada (aunque muy factible) y la experiencia que se tiene al respecto en España - es escasa. Por otra parte, y sobre todo, lo que se pretende es prever el comportamiento futuro del acuífero, es decir introducir el factor tiempo, lo que es incompatible con un modelo analógico, que por imperativos tecnológicos, salvo con grandes dificultades, estudia un acuífero en régimen permanente.

El modelo matemático, mediante la introducción de parámetros constantes o variables con el tiempo, permite comprobar y ampliar los conocimientos adquiridos y prever como reaccionará tal parámetro si varía tal otro.

En el caso concreto del Campo de Dalías se conoce bastante bien los potenciales a partir del año 1972 (salvo en el borde norte), los caudales de inyección y de bombeo, y bastante mal las transmisividades. Por tanto, habrá que recurrir a una fase de calaje en régimen permanente para comprobar, y modificar en su caso, los valores de T.

Los datos disponibles con anterioridad al año 1972 no permiten elaborar un modelo permanente para el año 1965, como se pensó anteriormente. Será más fácil y más fiable elaborar este modelo permanente para Diciembre de 1972, aunque en dicho mes el Campo se haya encontrado ya en una fase de explotación intensiva. Luego, se puede pasar al estudio en régimen transitorio para el periodo Diciembre 1972 - Diciembre 1974.

En ambos modelos, se podría utilizar un retículo formado por mallas cuadradas de 1 km de lado. Será probablemente necesario (al menos en principio), utilizar mallas mayores, y tal vez rectangulares, en algunos sectores del borde norte. En número de mallas serán el equivalente a unas 300 mallas cuadradas, inscritas en un rectángulo de unas 580 mallas.

2.3.- MEJORAMIENTO DE LOS CONOCIMIENTOS, PREVIA A LA ELABORACION DEL MODELO.

Los conocimientos indispensables se pueden agrupar en 5 capítulos.

- Geometría del acuífero
- Piezometría
- Hidrodinámica
- Entradas
- Salidas

2.3.1. Geometría del acuífero

Está en curso de ejecución un intento de reinterpretación de todas las columnas litológicas esquemáticas disponibles, conjuntamente con una reinterpretación de la geofísica, contrastando los resultados conseguidos por ambos caminos.

De esta forma se podrá conseguir un mapa de isopacas del acuífero (a modificar después en función de la piezometría para obtener las isopacas del acuífero saturado), y probablemente un mapa esquemático de las facies litológicas. Estos 2 mapas serán de gran utilidad a la hora de extrapolar para cada malla los escasos datos de T(y de S) disponibles.

Sin embargo, será necesario un complemento de investigación mediante sondeos de reconocimiento y diagráfias eléctricas, esencialmente en el borde norte, y en menor medida según el eje de subafloramiento de margas, al Sur del Campo.

2.3.2.- Piezometría

Las medidas casi sistemáticas de Diciembre 1972, Septiem

bre 1973 y Diciembre 1974, así como las medidas mensuales y semestrales en los piezómetros, permitirán la elaboración de mapas piezométricos mensuales si hace falta, ayudándose en caso de necesidad de métodos de análisis de correspondencia.

Sin embargo, aquí también será necesario un complemento de información mediante sondeos de reconocimiento, esencialmente en los bordes norte.

Evidentemente habrá que extrapolar las cotas obtenidas a los períodos anteriores.

2.3.3.- Hidrodinámica

a) Parámetros T y S: Se va a proceder a una selección de los bombeos de ensayo realizados, para conseguir valores de T (y en su caso, de S) que sean fidedignos, aunque escasos. A continuación se va a programar una nueva campaña de bombeos de ensayo, en sondeos existentes que no exploten otro acuífero que el detrítico. Posiblemente haría falta perforar unos pocos sondeos, y tal vez unos piezómetros, para tener algunos valores de la porosidad.

b) Condiciones en los límites: Están claros los límites meridional e inferior. Queda por comprobar que, en el norte, existen un límite de flujo nulo (=ninguna entrada lateral) en el NE y en el NW, y un límite de potencial variable a determinar, (=entrada subterránea por las dolomías de Gádor y el Cuaternario del Valle Dalías) en el Norte y en la zona de Aguadulce.

Estas incógnitas desaparecerán con las campañas de sondeos y de diafragmas ya indicadas en los apartados anteriores.

2.3.4.- Entrada

a) Infiltración de la lluvia eficaz: (a aplicar en todas las mallas): el valor admitido (que no es más que una estimación) puede ser mejorado si se utilizan el método de Thorntwaite y el de Turc, pero mes a mes. El programa de cálculo automático existe en el BRGM (e incluso se podría volver a elaborar) y podría ser interesante hacer estos cálculos, para 2 ó 3 años y para las pocas estaciones pluviométricas existentes en el Campo. Incluso se podría intentar de utilizar el modelo MERO, que aunque de empleo más dificultoso, da resultados mucho mejores.

b) Retorno de riego: (a aplicar en las mallas regadas, con un módulo diferente según el cultivo): los datos conseguidos a través de la encuesta hidroagrícola de 1972 permitirán determinar, malla por malla y con una buena aproximación, el volumen de reinfiltración. En cuanto a la repartición en el tiempo, puede ser determinada de 2 formas: una teórica, aplicando las tasas de riego en las épocas en que teóricamente son necesarias; otra práctica, mediante la interpretación de los partes diarios de riego del IRYDA, que nos daría los momentos y los volúmenes exactos de los riegos en cada malla.

c) Infiltración de las aguas superficiales de la Sierra de Gádor (a aplicar en las mallas del límite norte): este parámetro sólo puede ser estimado de manera subjetiva.

d) Alimentación subterránea por el borde norte: Los sondeos previstos permitirán conocer las zonas de entradas subterráneas, el gradiente piezométrico y, mediante bombeos de ensayo, la transmisividad. El empleo de la ley de Darcy permitirá estimar la alimentación subterránea malla por malla.

2.3.5.- Salidas

a) Dejando aparte la línea de potencial impuesto por el mar (donde se deben producir salidas, por lo menos en el SW y en el SE), no parece a primera vista que existan salidas subterráneas muy importantes: el límite a potencial variable corresponde a una alimentación; el límite a flujo nulo, como lo indica su nombre, no se debe prestar a salidas.

Sin embargo, todos los sondeos que atraviesan a la vez - el Detrítico y las dolomías (teniendo estas una cota inferior) deben ser la sede de un vaciado local del Detrítico a favor de las dolomías; estas pérdidas, aunque probablemente poco importantes, tendrán que ser estimadas de manera subjetiva.

b) Las salidas por evaporación en las lagunas se pueden estimar fácilmente a partir de los datos conseguidos a través del Servicio Meteorológico Nacional.

c) Son evidentemente los bombeos las salidas más importantes; son de 2 tipos: particulares, y del IRYDA.

Los bombeos particulares son perfectamente conocidos en cuanto a su localización, y de manera muy aproximada en cuanto a los volúmenes extraídos y su calendario de bombeo. Está prevista una encuesta hidroagrónomica para saber cuantas hectáreas de cada tipo de cultivo riega cada pozo importante, lo que nos dará, indirectamente a través de las tasas de riego y de la repartición en el tiempo, los volúmenes extraídos mensualmente.

Los bombeos en los pozos del IRYDA son teóricamente perfectamente conocidos; en la práctica, solo se conocen los emplazamientos y las horas de bombeo en cada pozo. Habrá entonces -

que tratar los partes de bombeo (que se hacen prácticamente a caudal constante) y de transformar las horas de bombeo en volúmenes mensuales mediante una campaña de aforos de los desagues de cada sondeo, que está programándose en estas fechas. Una comprobación global de estos volúmenes vendrá dada por el tratamiento (a que aludimos antes, respecto a los retornos de riego) de los partes de horas de paso del agua (transformadas en caudales) en cada reguera.

3.- ESTIMACION DE LOS MEDIOS NECESARIOS

3.1.- EN OBRAS

Sondeos de reconocimiento	
de medida piezométrica (hasta el agua)	1.250 m .. 6.250.000 pts
de medida de T y S (hasta las margas)	1.250 m
 Sondeos de ensayo : 500 m	 2.500.000 "
 Diagrafías : 5.000 m	 375.000 "
	<hr/>
	9.125.000 "

El suplemento de investigación que se estima necesario - asciende por tanto a un costo aproximado de 9 millones de pesetas, a lo que habría que añadir, por supuesto, el tiempo de elaboración de los modelos y el tiempo de cálculo automático (aunque este capítulo está previsto en el Proyecto).

CONCLUSIONES

Los gastos previstos que se acaban de indicar pueden parecer importantes. Sobre este tema, conviene recordar que toda la franja Norte del Campo carece casi completamente de sondeos y que los 2.500 m previstos corresponden a unos 20 sondeos de reconocimiento, lo que no es nada exagerado para un acuífero de más de 300 Km² de superficie y unos 30 Km de límite norte poco conocido; los 500 m de sondeo de ensayo corresponden a 3 pozos, lo que tampoco es un lujo.

30/14