

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000
DAIMIEL
Primera Serie- Primera edición

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - MADRID - 3



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

DAIMIEL

Primera Serie- Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria.

Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria y Energía - Doctor Fleming, 7 - Madrid-16

I.S.S.N. 0212-0178

Depósito Legal: M-22.438-1982

Nebreda Hermanos, S.A. - Seco, 34 - Madrid-7

INDICE

	Páginas
1. INTRODUCCION.....	5
2. ANTECEDENTES	6
3. CARACTERISTICAS DE LA "LLANURA MANCHEGA"	7
3.1. CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y MARCO SO- CIO-ECONOMICO	8
3.2. CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA	8
3.3. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS GENERA- LES	9
3.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA. BALANCE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS. MODELO MATEMATICO ..	10
3.5. CARACTERISTICAS QUIMICAS DE LAS AGUAS DEL ACUIFERO DE LA LLANURA MANCHEGA	11

4. GEOLOGIA DE LA HOJA DE DAIMIEL	12
4.1. ESTRATIGRAFIA	12
4.1.1. Paleozoico	12
4.1.2. Terciario	12
4.1.2.1. OLIGOCENO-MIOCENO	13
4.1.2.2. MIOCENO-PLIOCENO	13
4.1.2.3. CUATERNARIO	14
4.1.2.3.1. Glacis	14
4.1.2.3.2. Fondos de Valle	14
4.1.2.3.3. Costras calcáreas	14
4.1.2.3.4. Coluviones	14
4.1.3. Sistema fluvial Cuaternario	15
4.1.4. Rocas Hipogénicas	15
4.2. TECTONICA	16
5. HIDROGEOLOGIA DE LA HOJA DE DAIMIEL	16
5.1. TERRENOS ACUIFEROS	16
5.2. INVENTARIO DE PUNTOS ACUIFEROS	18
5.3. PROFUNDIDAD HASTA EL AGUA	19
5.4. QUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	19
5.5. EVOLUCION PIEZOMETRICA	22
6. UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	23
7. COMENTARIOS A LA GEOFISICA	26
BIBLIOGRAFIA	27

1 INTRODUCCION

Una de las misiones específicas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es la realización y publicación de la cartografía hidrogeológica nacional, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 450/1979 de 20 de Febrero.

Desde 1970 el IGME viene realizando el estudio sistemático de las características hidrogeológicas de todas las cuencas españolas, determinando la ubicación de los acuíferos, evaluando su grado de explotación, sus características hidrodinámicas, la calidad y contaminación de las aguas subterráneas y estableciendo los valores de sus recursos y reservas, recomendando los esquemas más idóneos para su explotación y protección y sentando las bases para la integración de los recursos hidráulicos subterráneos en el marco de la planificación hidrológica global.

Los resultados de los estudios se vienen publicando por el IGME como informes de síntesis a los que acompaña una cartografía específica de las áreas cubiertas por el estudio correspondiente. La documentación completa que ha permitido la preparación de dichos documentos de síntesis, se reúne y publica en reducido número de ejemplares destinados a consulta.

En base a los datos disponibles recogidos en los estudios de infraestructura y posterior control de los acuíferos, se ha considerado de gran interés para la comunidad científica y para el público en general, la publicación de mapas hidrogeológicos detallados a escala 1/50.000 en forma de hojas correspondientes a la cuadrícula topográfica oficial, en aquellas zonas en las que la información hidrogeológica es más abundante y completa.

El objetivo del mapa es mostrar, al máximo detalle permitido por la escala, las características de yacimiento del agua subterránea y situación de su explotación, calidad química y valores de los parámetros hidrodinámicos.

La cartografía se realiza de acuerdo con las normas establecidas en 1974 por el Grupo de Trabajo de Aguas Subterráneas del Instituto de Hidrología, basadas en las normas UNESCO sobre mapas hidrogeológicos. Los mapas son por lo tanto cotejables y comparables a escala internacional con los producidos en el resto del mundo, y especialmente en los países de la Comunidad Económica Europea.

Los criterios de representación se han orientado de forma que el mapa sea prácticamente autosuficiente; no obstante, se acompaña una breve memoria explicativa que completa la información gráfica.

2 ANTECEDENTES

Dentro de su Plan de Investigación de Aguas Subterráneas, el Instituto Geológico y Minero de España inició en 1973 el Proyecto para el Estudio de los Recursos Subterráneos de las Cuencas Media y Alta del Guadiana. Este Proyecto finaliza en 1975, y en 1976 se inicia una nueva fase en la investigación hidrogeológica a través del Proyecto para Estudios de Gestión y Conservación de Acuíferos en las Cuencas Media y Alta del Guadiana. Este proyecto se continua en la actualidad y se seguirá desarrollando en el futuro, al comprender fundamentalmente trabajos de control periódico, indispensables para mantener al día los datos de evolución de los acuíferos.

En base a todos estos trabajos, se dispone de una gran cantidad de información sobre los acuíferos de la Mancha, y en especial sobre el Sistema n° 23, que es uno de los más interesantes, no sólo en esta región, sino del país en general.

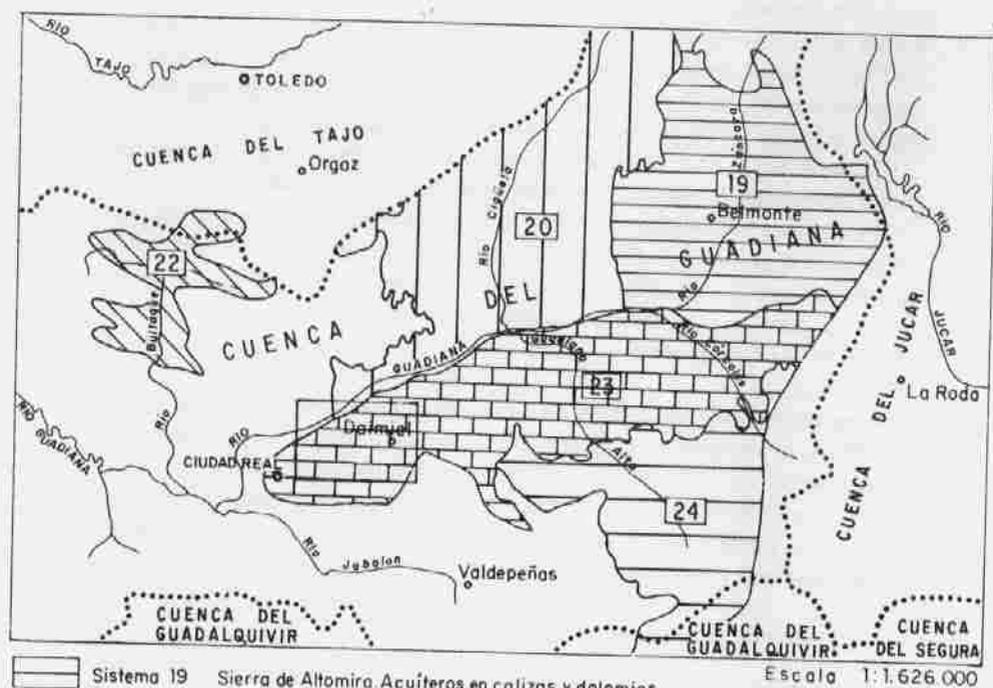
La preparación de una cartografía hidrogeológica detallada de la zona, de la cual la hoja de Daimiel es el primer ensayo, presenta por lo tanto un gran interés, tanto para el científico como para el usuario o el planificador.

En los capítulos siguientes se describen brevemente las características generales del sistema hidrológico e hidrogeológico del que la hoja forma parte, para pasar después al estudio de las condiciones geológicas, hidrogeológicas, hidroquímicas y de uso de las aguas subterráneas dentro de la cuadrícula cartografiada, siempre desde un punto de vista descriptivo y tratando de reflejar el grado de conocimiento existente en la actualidad. No se emiten conclusiones o recomendaciones sobre el futuro de las aguas subterráneas, su uso y protección, ya que estos extremos se tratan al nivel requerido en otros trabajos del IGME y no cons-

tuyen materia descriptiva. Estos trabajos se recogen, entre otros, en la reseña bibliográfica que se acompaña al final de la memoria explicativa.

3 CARACTERISTICAS DE LA "LLANURA MANCHEGA"

Para una mejor comprensión de la hidrogeología de la hoja de Daimiel, resulta imprescindible conocer el marco hidrogeológico regional del Sistema Acuífero de la "Llanura Manchega", Sistema nº 23 del Mapa Nacional de Síntesis de Sistemas Acuíferos, definido por el IGME en 1971.



- Sistema 19 Sierra de Altomira. Acuíferos en calizas y dolomías
- Sistema 20 Mancha de Toledo. Acuíferos en terrenos detríticos y calizos
- Sistema 22 Cuenca Río Bullaque. Acuíferos en aluviales y rañas
- Sistema 23 Llanura Manchega. Acuíferos en calizas
- Sistema 24 Campos de Montiel. Acuíferos en calizas y dolomías
- Límite de cuencas

Escala 1:1.626.000

3.1 CARACTERISTICAS GEOGRAFICAS Y MARCO SOCIO-ECONOMICO

La Llanura Central Manchega se situa en la parte meridional de la Submeseta Meridional Castellana, entre las estribaciones de los Montes de Toledo y las Sierras de Altomira y el Campo de Montiel.

Se trata de una extensa llanura de forma poligonal con un eje máximo W-NE de cerca de 130 Km. (Ciudad Real-Minaya) y con un eje N-S de 50 Km. (Puerto Lápice-Manzanares). La superficie total es de unos 5.500 Km².

La tónica predominante es la subhorizontalidad de los terrenos, con suaves ondulaciones debidas, en general, a los ríos que la atraviesan, o a diferencias de dureza de los materiales aflorantes. El punto más bajo del sistema (alrededores del Castillo de Calatrava la Vieja), se situa a cota próxima a 600 m. y va aumentando ligeramente hacia el Este, para tener cota 619 en los Ojos del Guadiana y llegar a cota 725 en las proximidades de la divisoria Guadiana-Júcar.

Cerca del límite Este, en las proximidades de Villarrobledo, los afloramientos mesozóicos originan pequeñas elevaciones que alcanzan los 740 m.

De los cerca de 5.500 Km², que forman la Llanura Manchega, casi el 80% corresponde a la provincia de Ciudad Real, y del orden del 10% a Cuenca y Albacete, respectivamente. En la Llanura se localiza la mayor concentración urbana de la Cuenca Alta, con un total de 32 municipios y una población del orden de 270.000 habitantes (censo de 1970), lo que representa una densidad próxima a 50 hab/Km².

El sector primario, agricultura, es con mucha diferencia el sector más representativo y de una superficie labrada de más de 1.000.000 de Ha., el regadío representa cerca del 7%, frente al 11% del promedio nacional (1980).

Hay que hacer notar que en el período 1974-1981, el incremento de regadíos ha sido muy significativo. El viñedo, las forrajeras (alfalfa principalmente) y los cereales son los cultivos más representativos.

3.2 CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA

El clima de la zona es mediterráneo templado, con temperaturas medias anuales entre 11'5 y 14'5° C, siendo Diciembre y Julio los meses más extremos. En la Llanura se alcanzan los 63° C de máxima variación entre temperaturas absolutas. La época libre de heladas tiene una duración máxima de 6 meses.

La precipitación media anual, está comprendida entre 400 y 650 mm., siendo muy elevada la irregularidad, tanto interanual como estacional.

La evapotranspiración potencial es muy fuerte, superando a las lluvias du-

rante la mayor parte del año. Según Thornwait, puede alcanzar los 800 mm/año.

Los balances hídricos realizados demuestran que, para capacidades de campo comprendidas entre 50 y 150 mm, la evapotranspiración real supone entre un 80 y un 100% de la precipitación.

El régimen hídrico de la red de drenaje de la Cuenca Alta, está condicionado por las características hidrogeológicas. Así, los afluentes de la margen derecha, Gigüela y Zancara, con unas cuencas, en general, poco permeables, traducen directamente los episodios lluviosos y dan lugar a caudales de gran irregularidad, con acusados estiajes; por el contrario, los afluentes de la margen izquierda, Guadiana Alto, Azuer y Córcoles, que drenan acuíferos más permeables, tienen un caudal de base sostenido e importante que disminuye progresivamente al entrar en la Llanura.

En los ríos Guadiana, Gigüela y Zancara, existen importantes zonas encharcadas o encharcables, siendo Las Tablas de Daimiel las más conocidas.

La aportación media del río Guadiana, a la salida de la Llanura, es del orden de 390 Hm³/año (período considerado: 1947-1974), de los cuales un 20% aproximadamente son de origen subterráneo, los que representa un coeficiente medio de escorrentía para la cuenca, superior al 8%. Estas aportaciones tienden a disminuir como consecuencia del aumento de consumo.

3.3 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS GENERALES

Geológicamente, se trata de una depresión en la cual, sobre un substrato formado por materiales del Paleozóico y Mesozóico, se depositan, rellenándola, materiales más modernos. Los materiales del zócalo, son pizarras, areniscas y arcillas en el borde occidental y calizas, dolomías y margas en la zona central y oriental.

Se puede establecer, en líneas generales, que en la Llanura Manchega existen dos niveles acuíferos, uno superior y que se extiende por su casi totalidad, formado por calizas y materiales detríticos mio-plioceno y posteriores y otro, inferior, que se extiende sobre más de la mitad oriental, formado por varios acuíferos y cuyos materiales son las calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico. Entre ambos niveles, y entre los acuíferos del inferior, existen formaciones detríticas que actúan como acuitardos.

Los acuíferos del nivel inferior son continuación de los del Campo de Montiel (Sistema Acuífero n° 24) y Sierra de Altomira (Sistema Acuífero n° 19), con los que están íntimamente relacionados. Existe, también, una relación entre los acuíferos inferiores con los acuíferos del nivel superior, estableciéndose un flujo

desde los primeros a éste último, resultando un conjunto cuyo drenaje natural es el río Guadiana.

3.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA. BALANCE DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS. MODELO MATEMATICO

El acuífero de la Llanura Manchega, nº 23, del Mapa Nacional de Síntesis de Sistemas Acuíferos, es no solamente el acuífero más importante de la Cuenca Alta del Guadiana, sino también uno de los más interesantes que se encuentran en la Península Ibérica. Por su extensión y capacidad de reserva, por su relación con las actividades económicas de la Mancha Occidental, representa la pieza maestra sobre la que debe apoyarse la planificación hidráulica de la región.

Como se ha señalado en el apartado anterior, la existencia de dos acuíferos distintos (uno mesozóico y otro terciario) y debido al fenómeno de rezume que permite una comunicación hidráulica vertical permanente entre ellos, a efectos de balances, se ha considerado como un acuífero único. Por el contrario, desde el punto de vista operacional, o sea, de explotación, a escala de sondeos, la distinción de los dos niveles permite optimizar la explotación, tanto en lo concerniente a la cantidad como a la calidad.

En el balance numérico del Sistema Acuífero nº 23, se ha contabilizado, únicamente, los recursos subterráneos de la cuenca del Guadiana no contemplándose los de la parte del acuífero del Sistema nº 23 cuyo flujo es hacia el Júcar.

Las entradas de mayor magnitud al Sistema Acuífero nº 23, proceden principalmente de la infiltración directa de la lluvia y de la alimentación lateral procedente del Sistema Acuífero nº 24. Las demás entradas, de menor importancia, corresponden a la infiltración de agua de los ríos (Azuer, Guadiana Alto y Córcoles), cuando entran en la Llanura Manchega y la alimentación lateral procedente del Sistema Acuífero nº 19.

Las salidas del sistema son: el bombeo para el regadío (unas 33.500 Ha. en 1974, que han pasado a 70.000 Ha. en 1980), el drenaje por el río Guadiana, la evapotranspiración en las zonas encharcables del Gígüela, Guadiana y Tablas de Daimiel y finalmente, de mucha menos importancia en caudal, el bombeo para abastecimiento humano.

La cuantificación de los parámetros anteriores y referidos a 1974 y a 1980, es como sigue, teniendo en cuenta que los de 1980 son datos estimativos y orientativos sin la fidelidad que los del año anterior:

ENTRADAS		1974 Hm ³ /año	1980 Hm ³ /año
Infiltración lluvia		235	235
Aportación Sistema n° 24		55	55
Aportación Sistema n° 19		4	4
Infiltración ríos		15	15
Retorno de riegos		11	16
TOTAL		320	325
SALIDAS		1974 Hm ³ /año	1980 Hm ³ /año
Bombeo regadío		170	272
Bombeo Abastecimiento		6	6
Drenaje Guadiana		80	47
Pérdidas evaporación		64	
TOTAL		320	325

Para comprobar la bondad del balance, y predecir la evolución futura, se recurrió a la realización de un modelo matemático del Sistema 23. Dicho modelo con unos contornos complejos, se hizo partiendo de hipótesis simplificadas que progresivamente se fueron complicando a medida que aumentaba el grado de conocimiento del balance subterráneo. Para ello, se dividió el trabajo en tres fases:

- 1º) Realización de un modelo en régimen permanente a nivel básico con el fin de centrar ideas.
- 2º) Realización de un modelo detallado en régimen permanente para estudiar las hipótesis de partida del modelo definitivo.
- 3º) Realización de un modelo en régimen transitorio definitivo, ajustado al período histórico disponible.

Todas las fases se realizaron mediante una versión modificada del programa de PRICKETT (1971), consistente en un método de diferencias finitas resuelto por un esquema implícito del tipo ADI iterativo.

3.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LAS AGUAS DEL ACUIFERO DE LA LLANURA MANCHEGA

En el nivel acuífero superior, las aguas de los acuíferos calizos son de mineralización notable en la mitad oriental del sistema, y de mineralización fuerte en la

mitad occidental del sistema. Son duras y de dureza media y por sus facies, son bicarbonatadas, sulfatadas y raramente cloruradas, cálcicas y magnésicas.

Las aguas de los acuíferos detríticos, suelen estar relativamente más mineralizadas. Son, asimismo, duras y en sus facies predominan las aguas sulfatadas.

En líneas generales, las aguas de menores mineralizaciones tienen importantes cantidades relativas de bicarbonatos y ocupan la zona centro-oriental y SE del Sistema, cuyos acuíferos son las calizas francas y piedemontes formados a expensas del Campo de Montiel. Se corresponden en líneas generales, con la cuenca subterránea del río Guadiana.

Las aguas de altas mineralizaciones, se deben, en general, a las elevadas concentraciones relativas en sulfatos; ocupan la zona N y W del sistema y estarían relacionadas con los ríos Gígüela y Záncara, zonas donde se sitúa un importante desarrollo de margas-yesíferas y suelos turbosos. Otra zona es la desarrollada al SW del sistema y está relacionada con la existencia de niveles importantes de yesos en profundidad. Destaca asimismo, en la Llanura, el elevado contenido en nitratos de la mayor parte de las aguas muestreadas.

4 GEOLOGIA DE LA HOJA DE DAIMIEL

4.1 ESTRATIGRAFIA

4.1.1 Paleozóico

En cuanto a litología, está formado, por niveles de cuarcitas de espesor y coloración variable. Localmente, puede presentar algún nivel de areniscas, pizarras o calizas.

Se presenta formando estructuras anticlinales y sinclinales de amplio radio y fracturación intensa, en general. La orientación predominante en los pliegues es E-W y la fracturación presenta dos juegos importantes con dirección NW-SE y E-W y las correspondientes perpendiculares a las anteriores con dirección NE-SW y N-S.

Los afloramientos más importantes se sitúan en el borde occidental y Sur de la hoja y juegan un importante papel en el funcionamiento hidrogeológico.

La permeabilidad de estos materiales es baja, y el interés hidrogeológico, como tal formación acuífera, reducido.

4.1.2 Terciario

Ocupa la mayor parte de la hoja. Sobre los materiales paleozóicos fuertemente tectonizados y en discordancia con los mismos, las antiguas depresiones

morfológicas son rellenadas por una serie de materiales detríticos.

El Mesozóico no aflora, ni hay constancia de su presencia a través de sondeos, dentro de la hoja. No obstante, en las inmediaciones de los Ojos del Guadiana y dentro de la hoja 761, el sondeo 2030.1.011, detecta entre los 150 y 160 m. el Triás-Keuper para pasar inmediatamente al Paleozóico.

4.1.2.1 OLIGOCENO-MIOCENO

Aflora en el borde nor-occidental de la hoja. Esta formado por una serie de cantos de cuarcita en la base, con matriz de arcilla de color rojizo. La potencia de este tramo conglomerático es variable, en función del paleorelieve que rellene (hay constancia en el sondeo 1930.2.045 de un espesor mayor a 110 m.). A dicho tramo conglomerático le sigue una serie de niveles de fangos con paleocanales que lateralmente evolucionan a arcillas verdes o margas yesíferas. La potencia de este tramo es, asimismo, variable, pero existe constancia por sondeos, de que oscila entre 10 y 50 m. A todo este conjunto, se le ha denominado "Unidad Hidrogeológica Terciaria Inferior".

Los niveles de gravas y arenas que constituyen los paleocanales, presentan acuíferos en carga, que, puntualmente, son surgentes.

La permeabilidad del conjunto de esta unidad, hay que considerarla como de media a baja, aunque de modo local, se pueda captar un paleocanal que presente buenas características hidrogeológicas.

En conjunto, las aguas de esta formación, son de calidad deficiente.

4.1.2.2 MIOCENO-PLIOCENO

Aflora extensamente en toda la hoja. Se inicia con una serie de niveles de margas-calcáreas y calizas margosas que, lateralmente hacia el Oeste, evolucionan a margas y yesos. Localmente, dentro de esta serie, se localiza algún nivel de arcillas negras, o alguna colada de vulcanorruditas.

La serie finaliza con unos niveles más francamente calcáreos, en los que se pueden apreciar fenómenos de karstificación. La potencia de este conjunto calcáreo, que decrece hasta desaparecer en el borde nor-occidental, es del orden de 20-30 m. en el borde sur-occidental de la hoja y de 70 m. en las inmediaciones de Daimiel con tendencia a aumentar hacia el Este en donde se tiene constancia de espesores próximos a 90 m. (Ojos del Guadiana).

A todo este conjunto, se le ha denominado "Unidad Hidrogeológica Terciaria Superior".

La permeabilidad media del conjunto de esta unidad, hay que considerarla como alta aunque dada la heterogeneidad de los procesos karsticos que afectan

a estos materiales, son posibles variaciones locales de consideración.

En conjunto, constituye un acuífero libre de gran interés.

4.1.2.3 CUATERNARIO

Se incluyen dentro de este apartado, las unidades cartografiadas siguientes:

4.1.2.3.1 Glacis

Se desarrolla, de modo especial, en el borde Sur de la hoja. Está formado por cantos de cuarcitas no muy redondeados, procedentes de los relieves paleozóicos situados más al Sur, y por cantos de calizas muy heterogéneos, procedentes de los niveles carbonatados de la Unidad Terciaria Superior. Todo ello, envuelto en una matriz arcillo-arenosa de tonalidad rojiza y con frecuencia carbonatada.

El espesor de esta formación difícilmente llega a los 5 - 8 m. y la permeabilidad del conjunto es media-baja.

4.1.2.3.2 Fondos de Valle

Se desarrolla en el borde nor-occidental de la hoja, en la zona atravesada por los tres arroyos del Campo. Se forma a expensas y por erosión, de la "Unidad Hidrogeológica Terciaria Inferior". Se trata de niveles de arcillas arenosas, con algunos niveles de gravas y arenas. Su espesor apenas excede los 4 m.

La permeabilidad del conjunto es baja, y sólo el hecho de encontrarse el nivel freático alto, y tratarse de suelos muy aptos para el cultivo, condiciona la existencia de numerosos pozos, con frecuencia complementados por galerías.

4.1.2.3.3 Costras calcáreas

Se desarrollan, básicamente, en el borde nor-occidental de la hoja, fosilizando un relieve correspondiente a la "Unidad Hidrogeológica Terciaria Inferior".

Su espesor oscila entre 1 - 3 m. y la disposición de la misma es subhorizontal.

La permeabilidad de esta formación es reducida y el interés hidrogeológico escaso.

4.1.2.3.4 Coluviones

Se desarrolla en las inmediaciones de los relieves paleozóicos. Se trata de cantos de cuarcita, heterométricos y angulosos en general, con abundante matriz arcillo-arenosa de tonalidad rojiza, que es más abundante a partir de los 0'20 - 0'50 m. de profundidad.

El espesor y continuidad lateral de estos materiales es reducido. Su permeabilidad es baja y su interés hidrogeológico escaso.

4.1.3 Sistema fluvial Cuaternario

El río Guadiana tiene su nacimiento en los Ojos del Guadiana, al NE de Daimiel junto a la carretera de Manzanares a Villarrubia de los Ojos. Su nacimiento es de tipo "fondo de saco" y se presenta en una hondonada rodeada de materiales calizos.

El cauce que el río Guadiana presenta a lo largo de todo el tramo, hasta su unión con el Gígüela, no es un cauce de erosión normal, sino que se debe a la erosión kárstica por disolución de las calizas y es consecuencia del drenaje del acuífero de la Llanura Manchega. El río no puede encajarse y por disolución de las calizas, lo que hace es ampliar su cauce lateralmente.

La existencia de un umbral paleozóico situado aguas abajo, más hacia el Oeste, condiciona el nivel de base del proceso erosivo cuaternario, en el cual, el río no es capaz de erosionar, lo cual implica, por un lado, que los relieves cuaternarios no hayan sufrido un efecto erosivo importante, y por otro, determinan la existencia de amplias zonas encharcables, entre las que destacan las Tablas de Daimiel.

Es de señalar, que en la mayor parte de su recorrido hasta su unión con el Gígüela, el Guadiana presenta un gradiente hídrico algo más alto que el propio Gígüela.

4.1.4 Rocas Hipogénicas

La hoja de Daimiel se puede considerar como el límite oriental del denominado "Campo de Calatrava".

El "Campo de Calatrava" constituye una zona que separa dos entidades geológico-morfológicas muy diferentes; por un lado, el paisaje desarrollado sobre materiales paleozóicos del Macizo Hespérico que se extiende a partir del borde W de la hoja, en la llamada Penillanura Extremeña, con personalidad propia dentro de la Meseta Inferior y uno de cuyos rasgos más característicos es la existencia de una importante actividad volcánica; por otra parte, las formaciones neógenas de la gran depresión manchega hacia el Este.

La inestabilidad tectónica del "Campo de Calatrava" se ha manifestado en una serie de desniveles de las unidades que constituyen el basamento y una sucesión de fases volcánicas que, al menos desde el Mioceno, han ido sucediéndose hasta muy entrado el Cuaternario.

Dentro de la Hoja de Daimiel existe un afloramiento volcánico que da lugar a una loma muy rebajada, conocida con el nombre de Las Tiñosas, al NE de Torralba de Calatrava. Está formada por masas escoriáceas, lapillis algo alterados y basaltos. Dicho afloramiento, debe de corresponder a una fractura importante

del zócalo y de dirección NW-SE y que presumiblemente unirá el afloramiento paleozóico del cerro de Los Cabezos con el afloramiento paleozóico del arroyo de Las Laderas.

La permeabilidad de esta formación es muy variable, según se trate de coladas de lavas, o de basaltos. En conjunto, su permeabilidad es media-baja.

4.2 TECTONICA

Los relieves paleozóicos que aparecen en la hoja representan las últimas ramificaciones visibles del paleozóico del "Campo de Calatrava". La naturaleza de los materiales a base de cuarcitas y pizarras, presentan orientación general, en sus direcciones de plegamiento, E-W y están afectadas por un doble juego de fracturas NW-SE y E-W, con sus correspondientes perpendiculares NE-SW y N-S.

La tectónica del Terciario, es simple en conjunto, con deformaciones de tipo local y cuyo origen hay que buscarlo o bien en la influencia del zócalo paleozóico (se observa que los pliegues terciarios presentan suaves ondulaciones con dirección dominante E-W, la misma que las estructuras paleozóicas), o bien, en los procesos diagenéticos entre materiales de distinta competencia, lo cual origina asientos diferenciales.

En conjunto, toda la serie neógena, presenta un suave basculamiento hacia el W, de edad postmiocena y con importantes efectos en su funcionamiento hidrogeológico.

Posiblemente, ya en épocas recientes, se ha producido un débil levantamiento de todo el conjunto del "Campo de Calatrava" lo que ha agudizado la existencia de amplias zonas encharcadas en la Llanura.

5 HIDROGEOLOGIA DE LA HOJA DE DAIMIEL

5.1 TERRENOS ACUIFEROS

Como se deduce del apartado 4.1. Estratigrafía, a efectos hidrogeológicos se consideran, dentro de la hoja de Daimiel, como terrenos acuíferos propiamente dichos, únicamente:

- Unidad Hidrogeológica Terciaria Inferior
- Unidad Hidrogeológica Terciaria Superior

Unidad Hidrogeológica Terciaria Inferior

Aflora en el borde nor-occidental de la hoja. Su potencia es variable en función del paleorelieve que rellene y como serie característica (deducida por sondeos), se tiene:

a) En la base, cantos de cuarcita subredondeados con abundante matriz de arcilla roja y con espesor comprobado en un punto de 110 m.

b) Sobre la formación anterior, se depositan unos fangos limo-arenosos con paleocanales, que lateralmente evolucionan a arcillas verdes, areniscas, margas y yesos. La presencia de yesos es más notoria en el borde occidental, estando ausentes en el extremo oriental de la hoja.

Los relieves de gravas y arenas que constituyen los paleocanales, presentan acuíferos en carga, que, puntualmente, son surgentes.

Los parámetros hidrogeológicos de esta formación, en conjunto, son poco elevados y variables en función del número y naturaleza de horizontes atravesados. Los valores de la transmisividad en esta unidad, están comprendidos entre 50 y 500 m²/día.

El afloramiento paleozóico del arroyo de Las Laderas, individualiza, de alguna manera, dos unidades, pero la falta de datos en profundidad, no permite una mayor precisión.

El flujo general de agua en esta unidad, va dirigido hacia el S-SE, y las curvas piezométricas se han representado con trazo discontinuo, dada la heterogeneidad de la formación y el escaso número de piezómetros existentes, por lo cual, la piezometría que se presenta en el plano hay que interpretarla como un intento de aproximación a la realidad de los hechos.

La calidad de las aguas es variable debido a la heterogeneidad propia de la formación, pero, en general, se trata de aguas de calidad deficiente con elevadas cantidades en Na⁺, Cl⁻, SO₄⁼ y Ca⁺⁺. Los valores de la conductividad están comprendidos entre 600 y 3.000 μ mhos/cm.

Las obras de captación de aguas son escasas y, en general, poco penetrantes, ya que la calidad de las aguas empeora en profundidad.

Unidad Hidrogeológica Terciaria Superior

Ocupa la mayor parte de la Hoja de Daimiel. La serie característica (deducida por sondeos, dada la horizontalidad de la formación y la falta de puntos de observación), es:

En la base, una serie de niveles de margas-calcáreas y calizas-margosas, que, lateralmente hacia el Oeste, evolucionan a margas y yesos. Localmente, se localiza algún nivel de arcillas negras, o, alguna colada de vulcanorruditas. El espe-

sor de este tramo oscila entre 10 y 50 m. La serie finaliza con unos niveles más claramente calcáreos, en los que son visibles los efectos de la karstificación. El espesor de este tramo oscila entre 10 y 80 m.

El conjunto de esta unidad, presenta su máxima potencia al E y NE de Daimiel, y los espesores más reducidos en la parte occidental de la hoja, llegando a desaparecer en el borde nor-occidental de la misma.

En conjunto, constituye un acuífero libre, con valores de la transmisividad comprendidos entre 500 y 10.000 m²/día y un coeficiente de almacenamiento medio, para toda la unidad de 0'1.

De la piezometría de esta unidad dentro de la Hoja de Daimiel, cabe señalar las siguientes características:

- 1º) Flujo general del agua de Este a Oeste.
- 2º) Drenaje por parte del Guadiana (y en menor medida por parte del Gigüela) del acuífero, lo cual condiciona la existencia de zonas de surgencia a lo largo de todo el río.
- 3º) Existencia de dos divisorias de aguas subterráneas en la mitad sur-occidental de la hoja, con importantes repercusiones hidrogeológicas en los acuíferos situados a uno y otro lado de las mismas.
- 4º) Importancia de los afloramientos paleozóicos en el trazado de las isopiezas.
- 5º) Los gradientes hidráulicos medios presentan valores comprendidos entre el 0'05 y el 0'13%, en las zonas centrales, aunque en los bordes se presentan gradientes del orden de 0'3 - 0'6%.

5.2 INVENTARIO DE PUNTOS ACUIFEROS

A finales de 1981, en la Hoja de Daimiel, existían un total de 421 puntos inventariados en fichas normalizadas del IGME para su tratamiento por ordenador.

De ellos, 167 eran pozos, 253 sondeos y 1 manantial.

La profundidad media de los pozos es de 11'45 m. y el caudal medio de extracción 71 m³/hora. En la actualidad, muchos de ellos están secos.

La profundidad media de los sondeos es de 53 m. y el caudal medio de extracción 105 m³/hora, de ellos, tres son surgentes.

De los 173 puntos que componen la Red Piezométrica de la Cuenca Alta del Guadiana (1981) en la Hoja de Daimiel, hay ubicados 21 piezómetros.

De los 156 puntos que componen la Red de Calidad Química de la Cuenca Alta del Guadiana (1981), en la Hoja de Daimiel, hay ubicados 12 puntos.

5.3 PROFUNDIDAD HASTA EL AGUA

En la Unidad Hidrogeológica Terciaria Inferior, los niveles de agua, se sitúan próximos a los 10 - 15 m. en el extremo Norte y pasan a ser surgentes en las inmediaciones del contacto con la Unidad Hidrogeológica Terciaria Superior y debajo de la misma.

En la Unidad Hidrogeológica Terciaria Superior, los niveles de agua más profundos (20 - 25 m.) están ubicados en el extremo sur-oriental de la Hoja de Daimiel, y pasan a tener cota próxima a cero en las inmediaciones del río Guadiana.

En términos generales, la profundidad hasta el agua en la Hoja de Daimiel, se sitúa entre 5 y 18 m.

5.4 QUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

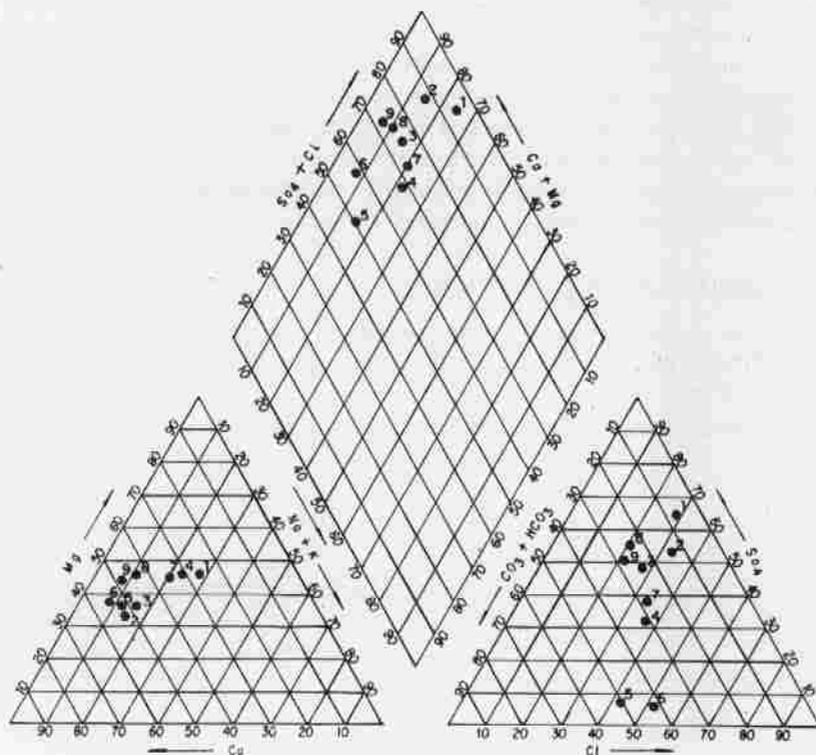
De la red general de control de la Calidad Química de las aguas subterráneas en la Cuenca Alta del Río Guadiana, se han extraído 9 análisis representativos dentro de la Hoja de Daimiel. De ellos, 8 corresponden a pozos, o, sondeos y uno a aguas superficiales del río Guadiana a la altura del puente de Molemocho.

El análisis completo de los mismos, es el siguiente:

N° ORDEN	ANALISIS FISICO				PRINCIPALES PARAMETROS QUIMICOS EN mg/l.										
	CONDUCTIVIDAD μ mhos/cm.	DUREZA °F	PH	R. SECO mg/l.	Cl ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ H ⁻	CO ₃ ⁼	NO ₃ ⁼	NO ₂ ⁻	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	K ⁺	Li ⁺
1930.2.011	3.466	190	7'95	3.082	496	1.482	207'5	0'0	24'7	0'0	274	292	281	23'8	2'0
1930.3.032	1.151	63	8'1	941'3	134'7	355'9	134'2	0'0	46'0	0'0	53'4	58'4	156'3	2'5	0'0
1930.3.036	1.100	53	8'2	952	115	269	161	0'0	31	0'0	43	53	125	3	—
1930.6.001	1.193	53	7'9	954	156	229	268	0'0	60	0'0	73'5	77'8	84'2	4'3	0'4
1930.7.029	980	49	—	608	153	45	348	0'0	29	0'0	31	45	119	6	—
1930.7.030	632	31	8'2	448'6	92'2	17'1	170'9	0'0	49'7	0'0	12'0	29'2	76'2	1'2	0'2
1930.8.012	862	48	7'9	776	113'4	199'6	195'3	0'0	62'2	0'0	53'4	65'7	84'2	1'8	0'4
1930.8.013	934'3	57	8'00	811'3	70'9	309'6	170'9	0'0	49'7	0'0	26'7	73'0	108'2	2'3	0'0
1930.2.G A	1.111	70	7'9	1.016'6	85'1	372	256'3	0'0	38'5	0'0	32'7	80'3	148'3	2'9	0'4

Su representación en el diagrama triangular de Piper-Hill-Langelier es la siguiente:

DIAGRAMA TRIANGULAR DE PIPER-HILL-LANGELIER



Punto	Nº de orden I.G.M.E.
1.....	1930. 2. 011
2.....	1930. 3. 032
3.....	1930. 3. 036
4.....	1930. 6. 001

Punto	Nº de orden I.G.M.E.
5.....	1930. 7. 029
6.....	1930. 7. 030
7.....	1930. 8. 012
8.....	1930. 8. 013
9.....	1930. 2. G.A

Como conclusiones de carácter general, de las muestras analizadas cabe señalar:

1º) Diferencia muy acusada de la muestra nº 1930.2.011 del resto. Esta diferencia viene condicionada por la influencia de las zonas encharcadas del Gigüela, que, de alguna manera, se puede decir que, contaminan las aguas del acuífero.

2º) Valores, en general, elevados de la dureza, que se pueden explicar por tratarse de un acuífero kárstico.

3º) Valores del pH, comprendidos entre 7'9 y 8'2.

4º) Residuo seco, en general, por debajo de 1 mg/l.

5º) Del resto de los parámetros analíticos destacan, (con relación al C.A.E.) los contenidos en nitratos que oscilan entre 29 y 62 mg/l.

6º) Ausencia de nitritos en todos los puntos muestreados.

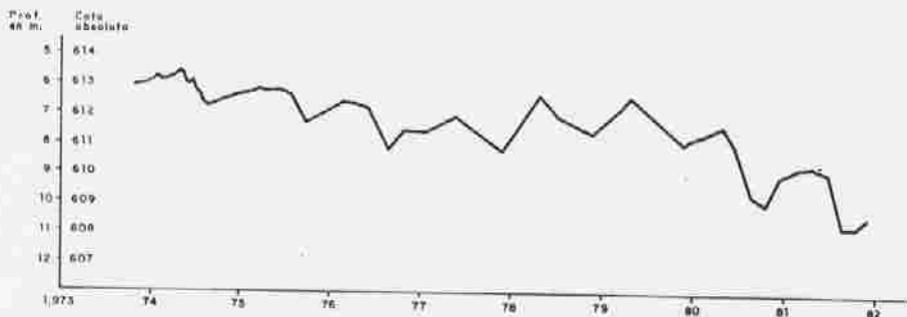
7º) La muestra 1930.2.G-A, tomada directamente del río, no es muy distinta al resto, lo que demuestra, que la mayor parte de las aguas del Guadiana a la altura del puente de Molemocho, proceden del acuífero, casi exclusivamente.

5.5 EVOLUCION PIEZOMETRICA

Por su representatividad, se han tomado los piezómetros nº 1930.2.019 y 1930.8.014 de los cuales se dispone de medidas del nivel piezométrico desde finales de 1973.

La evolución de los mismos, queda reflejada a continuación:





Piezómetro nº 1930.8.014 Según archivo I.G.M.E.

Como conclusiones, de carácter general, de la evolución piezométrica cabe señalar:

1º) Aguas bajas, en general, en el período Septiembre-Octubre-Noviembre de cada ciclo anual.

2º) Aguas altas en general, en el período Marzo-Abril, de cada ciclo anual.

3º) Ligeramente tendencia general al descenso en el piezómetro 1930.2.019.

4º) Tendencia general al descenso, más acusada en el piezométrico 1930.8.014.

5º) Influencia, en ambos piezómetros, del período muy seco, correspondiente al año 1981.

6º) El piezómetro nº 1930.2.019, está situado en las inmediaciones de la zona encharcada de las Tablas de Daimiel, (área del embarcadero) observándose una estrecha relación entre los niveles de dichas Tablas y los niveles piezométricos del acuífero.

6 UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Las aguas subterráneas, juegan un importante papel en el desarrollo socio-económico de toda la zona; sin ellas, el significado del vocablo MANCHA, en árabe, LA SECA, sería una realidad.

En el apartado 3.4., al establecer los balances para los años 1974 y 1980 de todo el Sistema Acuífero nº 23, en el epígrafe de salidas o descargas del mismo, la partida más importante, con diferencia, venía proporcionada por las extracciones que para abastecimiento y regadío sumaban $176 \text{ Hm}^3/\text{año}$ (1974), y $278 \text{ Hm}^3/\text{año}$ (1980).

Es significativa la evolución de las superficies regadas con aguas subterráneas, durante los últimos años, en el Sistema Acuífero nº 23.

AÑO	74	75	76	77	78	79	80
Nº DE HA. (+)	34.099	39.832	47.818	50.658	60.840	71.024	70.110

(+) Datos elaborados a partir de información de las Cámaras Agrarias.

Asimismo, resulta de interés, la evolución de los consumos de agua en todo el Sistema Acuífero nº 23 en estos años y es la siguiente:

AÑO	74	75	76	77	78	79	80
CONSUMO Hm ³ /año (+)	172	192	248	264	278	273	272

(+) Datos elaborados en función del tipo de cultivo.

Los módulos de consumo, según el tipo de cultivo que se ha aplicado son:

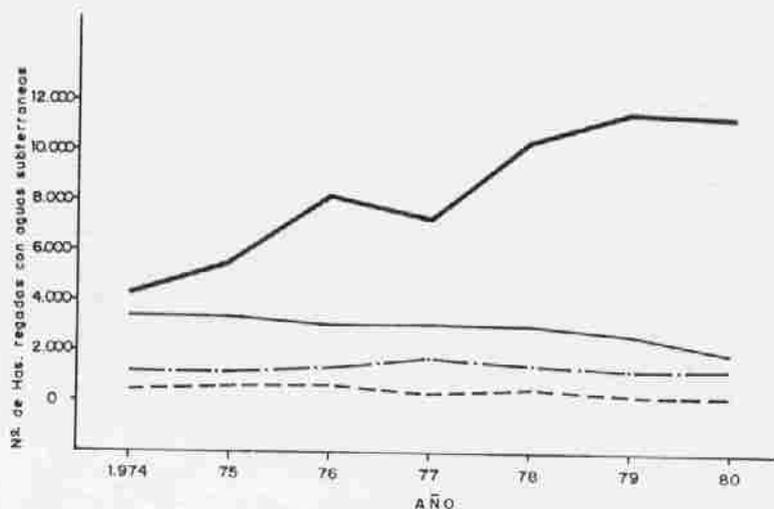
TIPO DE CULTIVO	CONSUMO DE AGUA m ³ /Ha/año
Cereal	1.650
Maíz	7.000
Leguminosa	5.000
Patata	5.400
Remolacha	6.300
Alfalfa	9.000
Huerta	7.000
Tomate	5.700
Pimiento	5.500
Melón	2.200
Frutales	5.500
Viña	2.500

Girasol	2.000
Cultivos industriales	7.000
Cultivos forrajeros	9.000
Otros cultivos	7.000

De las tablas anteriores referidas al número de hectáreas regadas y los consumos de aguas respectivos para el período 1974-1980, resulta de interés el destacar el espectacular crecimiento entre 1974 y 1978 del número total de hectáreas regadas que casi llega a duplicarse. Por otro lado, a partir del año 1978, a pesar del incremento del número de hectáreas regadas con aguas subterráneas, el consumo de agua, ha disminuído, lo cual se explica teniendo en cuenta que se ha producido un cierto cambio en los tipos de cultivo, tendiéndose a regadíos con módulos de consumo lo más bajos posibles.

Resulta también ilustrativo el observar, gráficamente, la evolución de las hectáreas regadas en los cuatro términos municipales que ocupan la mayor parte de la Hoja de Daimiel.

EVOLUCION DE SUPERFICIE REGADA CON AGUAS SUBTERRANEAS POR TERMINOS MUNICIPALES



LEYENDA

—————	DAIMIEL
- - - - -	CARRION
- · - · -	MALAGON
—————	TORRALBA

Destaca la evolución ascendente del número de hectáreas regadas en el término municipal de Daimiel en donde se pasa de 4.200 Ha. para 1974 a 11.200 Ha. en 1980.

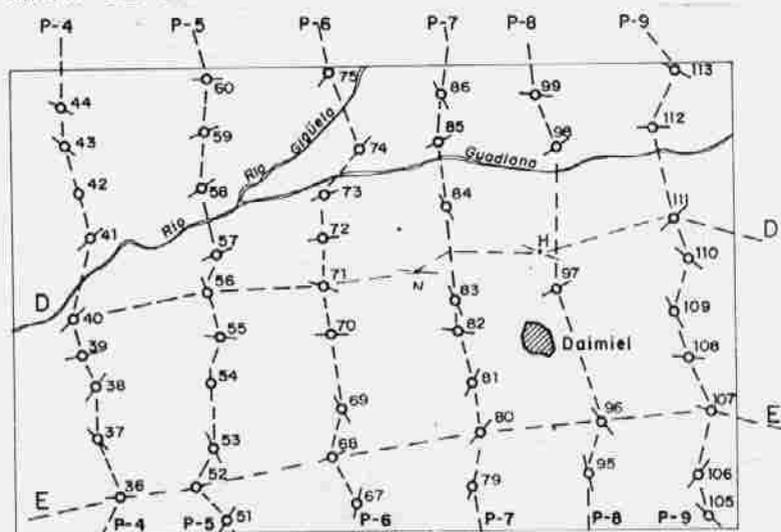
La evolución del regadío en el término municipal de Torralba de Calatrava, podría explicarse, por el descenso de los niveles piezométricos, al estar situado el pueblo en el borde del Sistema Acuífero nº 23 lo que ha dejado un número importante de pozos secos, unido, a que en muchos sondeos, las calidades del agua son deficientes, lo cual, a largo plazo, origina problemas en los suelos para el regadío.

7 COMENTARIOS A LA GEOFISICA

En Abril de 1975, se efectuó la "Investigación Geoelectrica de la Llanura Manchega. Sistema Acuífero nº 23". Dicha investigación, llevada a cabo según el método Schlumberger con cuadripolo AMNB con inyección de corriente continua en los extremos AB, está compuesta por un total de 541 S.E.V. distribuidos en 32 perfiles, de ellos, afectan a la Hoja de Daimiel, un total de 8 perfiles con 126 S.E.V. Dichos perfiles presentan direcciones prácticamente N-S, 6 de ellos y dirección E-W en dos.

La mayoría de los S.E.V. se realizaron con $AB = 2.000$ m. La situación y abertura de alas de cada uno de los puntos queda reflejada en el plano adjunto:

MAPA DE SITUACION DE LOS PERFILES GEOFISICOS



LEYENDA

P-4 Perfil numero 4

○-82 S. E. V. NR 82

Como conclusiones, de carácter general, cabe señalar:

1º) Resistivo importante, con valores de la resistividad en general próximos o superiores a 500 ohm/m., que se detectan con facilidad y que corresponde al substrato paleozóico.

2º) Valores de la resistividad, comprendida entre 10 y 70 ohm/m. que debe de corresponder a la "Unidad Hidrogeológica Terciaria Inferior", con frecuentes cambios laterales y espesor variable.

3º) Valores de la resistividad, comprendidos entre 80 y 180 ohm/m. que deben de corresponder a la "Unidad Hidrogeológica Terciaria Superior". Localmente, presenta intercalaciones con niveles de resistividad menor a la reseñada.

4º) En los perfiles 4, 5 y 6, se observa una anomalía importante entre los S. E.V. situados al Sur del Guadiana y los situados al Norte. Posiblemente sea el reflejo de una importante fractura del zócalo.

5º) El afloramiento volcánico, queda definido en el perfil nº 6 a la altura del S.E.V. nº 70 en donde se aprecia la distorsión en los materiales de la serie terciaria.

BIBLIOGRAFIA

ANDOLZ J. et al (1971) "Los recursos hidráulicos de La Mancha". I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología-Económica. Sección e tomo I.

ALVARADO A. y HERNANDEZ PACHECO F. (1934). Mapa Geológico de España. Hoja nº 760. DAIMIEL.

IGME (1975) "Investigación Geoeléctrica de la Llanura Manchega". Sistema nº 23.

IGME (1981) "Estudio Hidrogeológico para abastecimiento con aguas subterráneas a Ciudad Real".

IGME (1980) "Estudio Hidrogeológico para abastecimiento con aguas subterráneas a Daimiel".

IGME (1979) "Estudio Hidrogeológico para abastecimiento con aguas subterráneas a Carrión de Calatrava".

IGME (1979) "Estudio Hidrogeológico para abastecimiento con aguas subterráneas a Torralba de Calatrava".

IGME (1981) "Estudio de las posibilidades hidrogeológicas de la Comarca de Malagón (Los Cortijos, Fuente el Fresno y Malagón)".

IGME (1981) Investigación de la contaminación de aguas subterráneas por vertidos industriales de fabricación de alcohol en la Cuenca Alta del Río Guadiana. (Sistema nº 23).

IGME-IRYDA (1979) "Investigación hidrogeológica de la Cuenca Alta y Media del Guadiana". Informe Técnico nº 7. "La Llanura Manchega". Sistema Acuífero nº 23.

IGME-IRYDA (1979) "Modelo matemático de la Llanura Manchega".

IGME (1980) "Investigación hidrogeológica de la Cuenca Alta y Media del Guadiana". Informe Técnico nº 0. Memoria. Colección Informe IGME.

IGME (1980) "Mapa de orientación al vertido de residuos sólidos urbanos hoja de Daimiel".

MOLINA BALLESTEROS Eloy (1975) "Estudio del Terciario Superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava". Ciudad Real. Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario de la Sección de Paleontología de vertebrados y humana (I.L.M. CSIC) Madrid.

OLIVARES TALENS J.F.-RUIZ CELAA C. (1981) "Contaminación de acuíferos por interconexión. Importancia del control estratigráfico de los sondeos. Caso del abastecimiento con aguas subterráneas a Ciudad Real". I Jornadas sobre análisis y evolución de la contaminación de las aguas subterráneas en España. Barcelona.

OLIVARES TALENS J.F.-RUIZ CELAA C. (1982) "Aspectos hidrogeológicos y socioeconómicos del Sistema Acuífero nº 23. Llanura Manchega". I Jornadas sobre protección del Patrimonio Hídrico de la Mancha. A.D.R.E.D.A.-F.A.P. Fundación "Cánovas del Castillo". Ciudad Real.