



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

PROYECTO MAGNA-TIETAR

INFORME COMPLEMENTARIO.

HIDROGEOLOGIA.

HOJA DE MORA.

Nº 658 (19 - 26)

E.N. ADARO.

JULIO - 1990



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

---

Escala 1:50.000

PROYECTO MAGNA-TIETAR

INFORME COMPLEMENTARIO.

HIDROGEOLOGIA.

HOJA DE MORA.

Nº 658 (19 - 26)

CONTRERAS LOPEZ E. (INGEMISA)

E.N. ADARO.

JULIO - 1990



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

1.- RESUMEN

## Hidrogeología

## Meteorología

La región en la que se encuentra la Hoja enclavada disfruta de un clima Mediterraneo Seco Fresco, según la clasificación agroclimática. La temperatura media anual es de 14°C, aumentando esta hacia el extremo Sur de la Hoja. La precipitación media se encuentra en 419 mm/año, con un régimen de humedad que aumenta hacia el SW.

En esta Hoja, la precipitación máxima en 24 horas es de 50 mm. Se trata pues, de una zona relativamente seca, dentro de la Cuenca del Tajo.

## Hidrología

Las aguas superficiales son tributarias del Rio Tajo, a través del Rio Algodor y afluentes del mismo y del arroyo del Cedrón al NE de la Hoja.

En el primero, se encuentra el Embalse del Castro, en su cuenca media, destinándose las aguas reguladas al abastecimiento de poblaciones cercanas.

La calidad de las aguas superficiales es aceptable, registrándose un Índice de Calidad General (I.C.G.) entre 70-80, en la estación 230, son pues aguas intermedias. La es-

tación se encuentra fuera de la Hoja, en la confluencia del Río Algodor y Tajo.

#### Características Hidrogeológicas

La Hoja se situa en la margen Sur del Río Tajo, en el limite SE del "Sitema Acuífero Nº 14", denominado, "Terciario Detrítico de Madrid-Toledo-Caceres", englobando terrenos Terciarios detríticos a los que se ha dado llamar "Terciario impermeable de la Cuenca del Tajo".

Las características hidrogeológicas de los materiales representados en la Hoja, no son las mas idóneas para localizar en ellas acuíferos de importancia, esto, unido a la baja demografía y a la ausencia de regadio, ha traído como consecuencia la no realización de investigaciones hidrogeológicas a nivel regional en el área.

No obstante existen terrenos Cuaternarios y Terciarios que pueden tener cierto interés hidrogeológico a la hora de resolver problemas locales, así mismo las rocas igneas aflorantes en la mitad W de la Hoja y el "Lhem granítico", producto de alteración, son elementos a tener en cuenta. Menor importancia tienen los terrenos Paleozoicos (cuarcitas, areniscas y pizarras), aflorantes en el sector central, al Sur de la Hoja y consideradas como impermeables debido a su propia naturaleza.

Los depósitos detríticos Terciarios que pueden tener algún interés hidrogeológico, debido a su porosidad intergranular, son los que aquí se denominan "Unidad detrítica", aunque esta porosidad es muy variable dado su alto contenido en arcillas y limos. No obstante, existen canales con relleno de gravas y arenas donde la permeabilidad aumenta, comportandose

como un sistema multicapa. Esta unidad, pasa lateralmente hacia el Este a depósitos de naturaleza química, anhidrita fundamentalmente.

Las terrazas aluviales asociadas a los ríos, tienen un escaso desarrollo en este área, teniendo mayor interés las formaciones Cuaternarias de coluviones y glacia, constituidas por aglomerados con porosidad intergranular, pero en la mayoría de los casos éstos se encuentran colgados drenando hacia el Terciario impermeable. Igual ocurre con las calizas Turolienses del Páramo que constituyen un acuífero colgado que drena hacia el Terciario impermeable en el SE de la Hoja.

En los granitos y granitoides, la permeabilidad está asociada al desarrollo de fracturas y a la presencia de diques. Esto ocurre con relativa importancia en el SW de la Hoja, en la alineación de Almonacid-Mora de Toledo donde la fracturación es muy intensa y potente debido a la presencia de un accidente tectónico como es la Falla Normal de Toledo y asociado a esta, una franja de fracturación denominada "Banda Milonítica".

El "Lhem granítico" se encuentra sobre las rocas ígneas como producto de alteración de éstas y debe su permeabilidad a porosidad intergranular.

La alimentación de las facies detríticas se debe a la infiltración del agua de la lluvia y en los casos de los Cuaternarios y Terciarios permeables reciben además, las aguas procedentes de las formaciones impermeables (rocas ígneas y Terciario) así como de las formaciones permeables que se encuentran colgadas (coluviones y Calizas del Páramo).



Los afloramientos Paleozoicos se consideran impermeables, unicamente debido a su fracturación, pueden dar lugar a surgencias que en la mayoría de los casos coinciden con épocas de alta precipitación.

En la Hoja existen gran cantidad de captaciones de agua en forma de pozos domésticos, en su gran mayoría de gran diámetro, utilizados para el abastecimiento de casas de labranza. Casi todos éstos se encuentran principalmente en el "Lhem granítico", asociados a la banda de fracturación del SW y sobre los Terciarios Permeables de la Unidad Detrítica.

La calidad química de las aguas subterráneas es variable en respuesta lógica a la acusada heterogeneidad litológica de la Hoja. Presentándose tal variabilidad, tanto en el espacio como en el tiempo. Las aguas de los acuíferos Terciarios detríticos y Cuaternarios, presentan una notable a fuerte mineralización y son duras a extremadamente duras; en general son de naturaleza sulfatada cálcica, con pH comprendido entre 7 y 8 y una conductividad superior a 1.600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

2. ANTECEDENTES



Para la elaboración de la memoria hidrogeológica así como el mapa escala 1:50.000 se ha recopilado y sintetizado la escasa documentación existente en el área generada por el ITGE, MAPA, MOPU, ENRESA, Junta de Castilla-La Mancha y Comunidad de Madrid.

#### INFORMES DE CARACTER GENERAL

"Plan Nacional de Investigaciones de Aguas Subterráneas. Estudio hidrogeológico de la Cuenca Hidrográfica del Tajo". (1.981). Memoria. Consta de 15 tomos en los que se describen y analizan todos los sistemas incluidos en la cuenca.

"Investigación hidrogeológica de la Cuenca del Tajo, control piezométrico y de la calidad de las acuíferos de la fosa Miocena". Sistema N° 14 - Terciario detrítico de Madrid-Toledo-Caceres. Inf. Técnico F.M. 3. Tomo I. (1.980). Descripción de la cuenca e inventario actualizado de la red de control piezométrica y control de calidad.

"Síntesis hidrogeológica de Castilla - la Mancha". (1.985). Síntesis de los sistemas acuíferos existentes en la Comunidad Castellano-Manchega, orientada a deducir los recursos subterráneos a nivel de cuenca.

"Sistemas acuíferos en España Peninsular". (1.987). A escala 1:400.000, todos los sistemas acuíferos existentes en España.

"Documentación básica para la redacción del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo". (1.988). MOPU.

"Mapa geológico de España, escala 1:50.000. Hoja 19-26 MORA". (1990). Sin editar.

"Estudio de las rocas plutónicas del Macizo Hespérico". (1989).

"AFOROS, 3 Cuenca del Tajo. Período 1982-83 a 1983-84". MOPU.

#### BANCO DE DATOS DEL ITGE

El ITGE dispone de un banco de datos con un inventario de puntos de agua, redes de control y análisis químico, establecido para un mayor conocimiento de los acuíferos.

En la Hoja figura inventariado un pozo y tres estaciones, dos pluviométricas y una termopluviométrica.

### 3.- CLIMATOLOGIA

### 3.1.- ANALISIS PLUVIOMETRICO

En la Hoja se encuentran implantadas tres estaciones climatológicas dependientes del Instituto Nacional de Meteorología (INM), de estas estaciones dos son pluviométricas y una termopluviométrica.

Nº	Denominación	Tipo
252e	Villanueva de Bogas	Pluviométrica
254	Mora de Toledo	Termopluviométrica
254e	Villamuelas	Pluviométrica

La Hoja se encuentra enclavada dentro de la Cuenca del Tajo, en su margen Sur, incluyendo áreas comprendidas dentro de las subzonas o subcuencas:

- 26 Martin - Roman
- 27 Algodor
- 28 Guazalete
- 34 Tajo (Embalse del Castrejón)

La pluviometría media en el área se encuentra por debajo de la media registrada en la Cuenca del Tajo, siendo estas de 420 mm/año y 640 mm/año respectivamente.

La distribución de estas precipitaciones tiene un máximo en los meses de Noviembre a Marzo y un mínimo en la época estival de Julio y Agosto.

La precipitación total en el área es de 1.539 Hm<sup>3</sup>/año, lo que supone un 4% del total de precipitaciones registradas en la cuenca. Se trata pues, de una zona de mínimas precipitaciones.

La hoja es atavesada de NE a SW por la isomáxima de precipitación en 24 horas de 50 mm.

### 3.2.- ANALISIS TERMICO

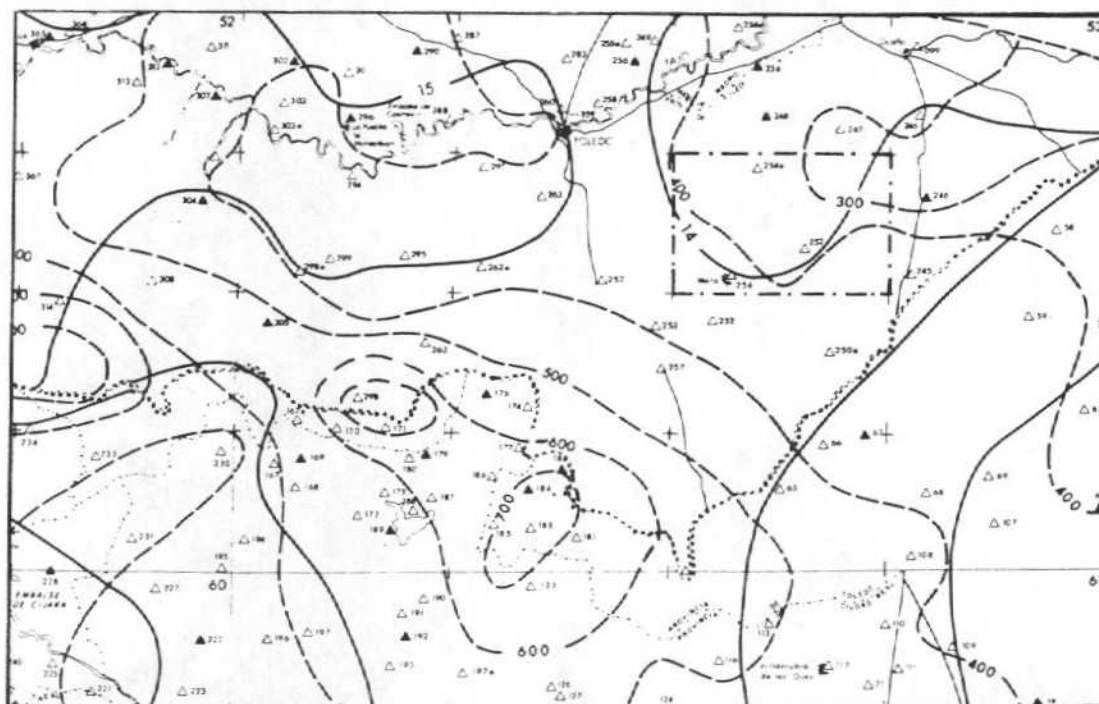
A nivel de la cuenca hidrográfica el numero de estaciones termométrica es mínimo, existiendo en la Hoja una única estación (254, Mora de Toledo).

Esta región disfruta de una temperatura media entre los 14° y 13°C, para un periodo de tiempo comprendido entre 1940 y 1985, aumentando esta en un grado en los extremos Sur, tanto oriental como occidental de la Hoja. La isograda de 14°C realiza una curva en el ámbito de la Hoja entrando por el NE y saliendo por el NW, llegando hasta el Sur en su zona central (Ver figura 1).

### 3.3.- ZONIFICACIÓN CLIMATICA

Por el regimen hídrico y según la clasificación agroclimática de J. Papadakis, esta hoja, se encuentra situada en una región con un clima Mediterráneo, seco, fresco.

Fig.1. Mapa regional de isoyetas e isotermas.



Escala 1:1.000.000

- |           |                               |   |                                 |
|-----------|-------------------------------|---|---------------------------------|
| ---       | Isoyeta anual media (mm.)     | □ | Estación meteorológica completa |
| —         | Isoterma anual media (C)      | ▲ | Estación termopluviométrica     |
| .....     | Límite de Cuenca              | △ | Estación pluviométrica          |
| - - - - - | Límite de la Hoja considerada |   |                                 |

#### 4.- REGIMEN FLUVIAL



Las aguas superficiales discurren principalmente a través del Río Algodor y el Arroyo del Cedrón, tributarios ambos del Río Tajo.

#### 4.1.- RED FORONOMICA

En el conjunto de la Cuenca del Tajo y especialmente en el sector que nos ocupa la red de aforos es insuficiente, tanto para la evaluación de las aportaciones diarias y anuales medias como para la determinación de caudales de máximas avenidas. En la Hoja no existen estaciones de aforo.

#### 4.2.- RED DE CONTROL HIDROMETRICO. REGIMEN DE CAUDALES

Para dar una idea del regimen de caudales de la Hoja y al no existir dentro de ella ninguna estación de aforos, se han tomado los datos de disponibilidades naturales, obtenidos a través del modelo precipitación-aportación, aplicado a las series pluviométricas correspondientes al periodo 1940-85, para ello, se han extrapolado los datos de la estación 164 de Villasequilla a Martín Roman en desembocadura, que aún quedando al Norte de la Hoja, nos da idea del regimen de caudales.

Se obtiene de esta manera unos recursos de 93.9 Hm<sup>3</sup> para una superficie de 1.315 Km<sup>2</sup>.

#### 4.3.- CAUDALES MAXIMOS.

Según el "Estudio de máximas avenidas y sequías en la Cuenca del Tajo", la Hoja se encuentra atravesada de NE a SW por la isomáxima de precipitación en un día de 50 mm., disminuyendo este valor en el sector W y aumentando al E de dicha división.

Dicho estudio, esta basado en un procedimiento estadístico, por el que, a partir de los registros disponibles de las estaciones pluviométricas y un posterior ajuste a una función teórica de distribución de probabilidad (Gumel), se determinan las alturas de precipitación en 24 horas, asociadas a distintos periodos de retorno, definiéndose así las isolíneas de máxima precipitación.

El estudio de máximas avenidas recoge 22 puntos pasivos, uno de ellos, aunque fuera de la Hoja, nos da idea de los caudales máximos esperables ( $m^3/s$ ), para los periodos de retorno de 50, 100, y 500 años.

Punto pasivo	Período de retorno		
	50	100	500
Martin Roman	75	107	188

#### 4.4.- REGULACION DE CAUDALES. INFRAESTRUCTURA

Unicamente se encuentran reguladas las aguas del Río Algodor en su cuenca media, con el embalse del Castro, situado en el octante 2 de la Hoja. Este embalse tiene una capacidad de  $7.6 Hm^3$ , actualmente en explotación, empleándose las aguas reguladas para el abastecimiento de poblaciones cercanas.

Existen canales de regadío a ambos márgenes del río Algodor en el S. Igualmente hay derivación de canales en el arroyo del Cedrón situado en el NE de la Hoja.

#### **4.5. CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES**

No existe ninguna estación de control de calidad de aguas en la Hoja en cuestión, no obstante se pueden extrapolar los datos de la estación 230 denominada Villamejor y situada en el Río Algodor, aunque ésta, se encuentre fuera de la Hoja, al N de la misma.

En dicha estación, se registra un Índice de Calidad General (ICG), entorno a los valores de 70-80, son pues aguas intermedias, lo que indican que son aptas para cualquier uso, aunque por su dureza y mineralización podría ser peligrosas para el riego, debido sobre todo a la posibilidad de impermeabilización del suelo.

#### **4.6. ZONAS HUMEDAS**

Se considera zona húmeda, el vaso del embalse del Castro. Otras zonas húmedas son, la situada al SE del Cerro Mojón, en el SE de la Hoja, debido principalmente a la presencia de terrenos terciarios impermeables rodeados por las calizas del Páramo colgadas que vierten aguas hacia los anteriores, encharcándolos y el tramo del Río Algodor flanqueado por canales, situado al S de la Hoja.

#### **4.7.- RIESGOS HIDROLÓGICOS**

Se considera con riesgo potencial de inundación, todo el cauce del Río Algodor desde la cerrada del embalse de Fi-

nisterre, situado fuera de la Hoja, al S de la misma, hasta la desembocadura de este en el Rio Tajo.

5.- HIDROGEOLOGIA

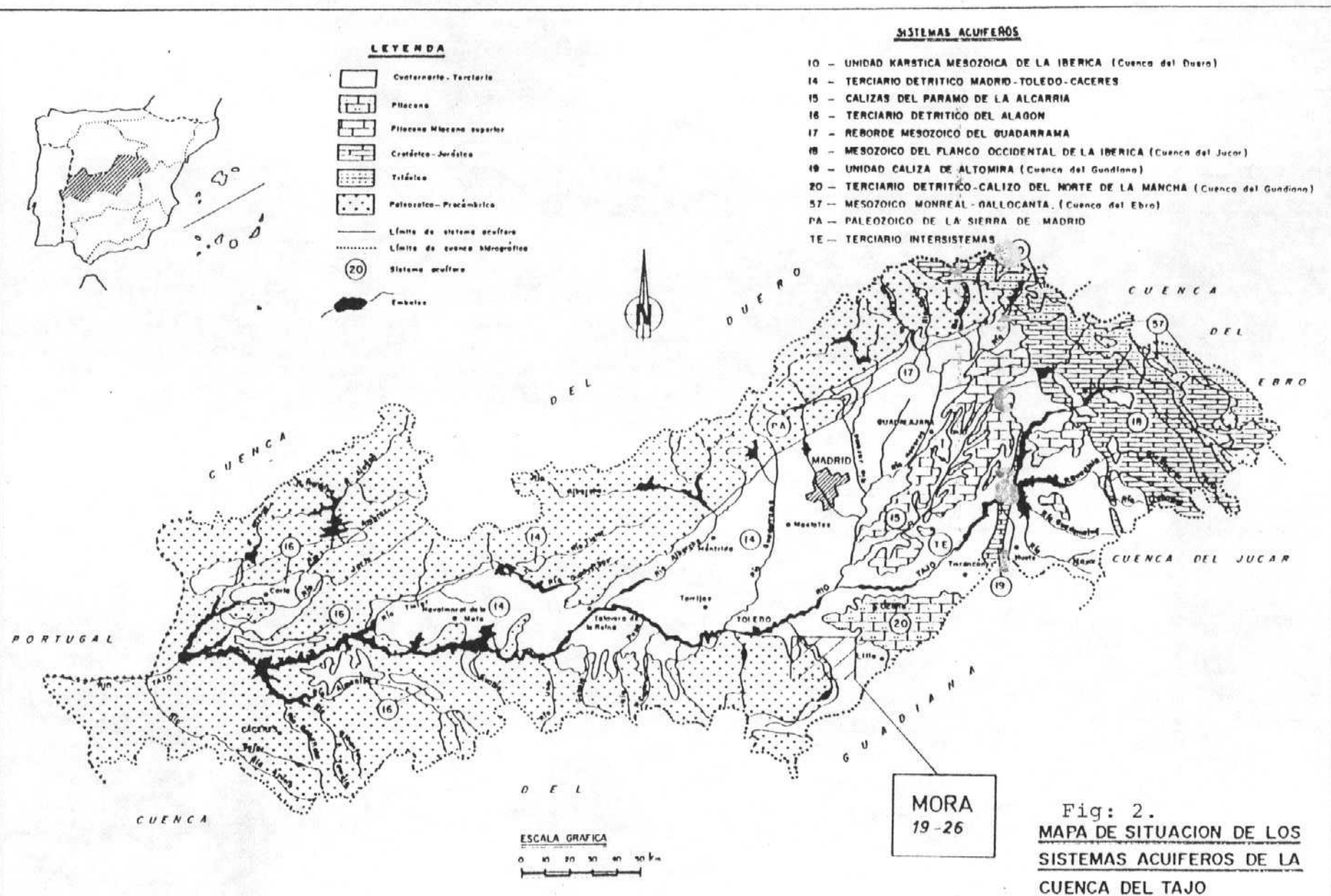
### 5.1.- CARACTERISTICAS GENERALES

Para una mejor comprensión de la hidrogeología de la Hoja, es imprescindible conocer el encuadre hidrogeológico regional, en el que se encuentra situada.

La Hoja de Mora, se encuentra al SE del sistema acuífero Nº 14 del Plan de Investigación de Aguas Subterráneas (PIAS), denominado "Terciario detrítico de Madrid-Toledo-Caceres (Ver figura nº 2). En este área, se produce una disminución progresiva de los paquetes detríticos groseros dentro del conjunto semipermeable que constituye el relleno de la fosa Miocena del Tajo. Es por esto, unido a la baja densidad de población y a la ausencia de riego, que las investigaciones hidrogeológicas dentro del marco de esta Hoja, hayan sido prácticamente nulas. No obstante, la presencia de niveles detríticos Cuaternarios y Terciarios, así como la existencia de rocas ígneas (granitos y granitoides), alteradas (Lhem), puede dar lugar a acuíferos de interés local.

El mecanismo de emplazamiento de los sedimentos terciarios ha sido el de coalescencia de abanicos aluviales que se originan desde el Sistema Central y Montes de Toledo. Se dan franjas de depósitos detríticos (arenas arcósicas), rodean una zona central de materiales evaporíticos. El paso entre estos dos tipos de sedimentos se realiza a través de unas facies de transición en los que son frecuentes arcillas, margas, calizas y yesos.







## 5.2.- CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS

### 5.2.1.- Paleozoico

Da lugar al límite Sur impermeable del Sistema Acuífero N° 14. Está constituido fundamentalmente por cuarcitas, areniscas y pizarras. En la Hoja se encuentra representado al Este de Mora y al Oeste de Mascaraque. Por su naturaleza, es considerado impermeable, aunque localmente debido a fracturación puede llegar a tener algún interés hidrogeológico.

### 5.2.2.- Terciarios

Estos materiales afloran en la Hoja en toda la mitad oriental de la misma. La serie de muro a techo es la siguiente:

Un conjunto basal, tránsito Cretácico-Paleogeno, descansando directamente sobre el substrato, con espesores medios entorno a 45 m. Constituido por areniscas, calizas, arcillas y anhidritas.

Sobre el anterior, se deposita, discordantemente, un conjunto de materiales detríticos, Aragonienses, de tipo abanico aluvial, poco evolucionados e inmaduros (ricos en feldspatos y fragmentos de roca), que lateralmente hacia el Este y Norte pasan a depósitos de tipo evaporíticos. Esta unidad detrítica, presenta, pasadas carbonatadas poco potentes, de 1 a 3 m. y de corta extensión lateral. La potencia de esta unidad es muy variable, oscilando entre 1 a 150 m.

Concordante con las anteriores se deposita una serie lagunar evaporítica, constituida por yesos masivos tabulares y yesos con arcillas. Trás este episodio, hay una expansión

del posible lago Mioceno, depositandose, durante el Turolien-  
se, unas calizas grises compactas y calizas nodulosas, deno-  
minadas "Facies Páramo", la potencia media de estos depositos  
varía entre 1 y 3 m, no superando en ningún caso los 5 m.

#### 5.2.3.- Cuaternarios

Además de pequeños Cuaternarios de diverso origen, co-  
luviones, pie de monte, etc., de escaso interés hidrogeoló-  
gico, dada su magnitud, existen depósitos de gravas con ma-  
triz arenoso-limosa, que ocupan el fondo de los valles (Río  
Algodor, S de la Hoja), y amplias zonas de poca potencia, 1,5  
m máximo, donde se desarrolla un endorreismo, posiblemente  
por disolución de niveles yesíferos y/o carbonatados inferio-  
res y hundimiento posterior de la superficie (Arroyo de Ce-  
drón, al NE de la Hoja y en el SE de la misma).

#### 5.2.4.- Rocas Igneas

Las rocas ígneas están representadas por granitos bio-  
títicos de grano grueso a medio y por granitoides inhomogé-  
neos y migmatitas ocupando toda la mitad occidental de la Ho-  
ja.

Estas rocas se encuentran alteradas a areniscas arcó-  
sicas, dando lugar a un "L<sup>h</sup> granítico" con espesores varia-  
bles de 1 a 2 m, en zonas de vaguada, este espesor aumenta  
considerablemente. La permeabilidad de estos materiales se  
debe a porosidad intergranular.

La fracturación de los escasos afloramientos "sanos",  
se puede considerar baja. Hay que hacer especial mención, a  
un accidente tectónico importante, presente en el SW de la  
Hoja, con dirección SE-NW, denominado Falla Normal de Toledo.

La potencia de rocas afectadas por este accidente, supera la escala métrica llegando a la kilométrica, presentando los materiales afectados, fracturación intensa, "Banda Milonítica".

### 5.3.- ESTRUCTURAS

El sistema hidrogeológico Terciario detrítico semipermeable aflorante en la Hoja, ocupa una depresión tectónica, cubierta por materiales detríticos y/o de precipitación química de carácter continental con disposición horizontal.

### 5.4.- DEFINICION DE ACUIFEROS

Los niveles acuíferos en esta Hoja en particular son poco importantes; podemos distinguir:

**Cuaternario aluvial:** cuya máxima expresión se encuentra en las riveras del Arroyo de Cedrón, al NE de la Hoja, en el tramo Sur del Río Algodor y el área húmeda, del SE. Su permeabilidad se debe a porosidad intergranular. La gran extensión de estos aluviales, mayores a 1 Km en algunos casos no reflejan la dinámica actual, se trata de valles cuaternarios antiguos preservados.

El endorreísmo del área húmeda de SE, así como en las riveras del Arroyo del Cedrón, se debe probablemente a hundimientos por disolución de niveles yesíferos y/o carbonatados infrayacentes.

La potencia de estos materiales rara vez superan los 1.5 m.

**Terciario:** se considera acuíferos, los materiales detríticos del Aragoniense -"Unidad Detrítica"-. Estos presen-

tan permeabilidad debido a porosidad intergranular. La propia naturaleza de estos sedimentos, -depósitos detríticos poco evolucionados e inmaduros, con alto contenido en arcillas y limos con presencia de canales rellenos de areanas y gravas y niveles calcáreos poco potentes interdigitados y de exigua extensión lateral,- definen a éste como un acuífero anisótropo y heterogéneo, actuando como un sistema multicapa donde la circulación se efectúa desde interfluvios (zonas de recarga), hasta los valles de los ríos principalmente (zonas de descarga).

**Lhem granítico:** se puede considerar como acuífero de interés local, debiéndose su permeabilidad a porosidad intergranular.

Igualmente se pueden considerar como acuíferos de interés local las rocas intensamente fracturadas de la "Banda Milonítica".

De menor interés, son los paleozoicos. En algunos casos, debido a fracturación pueden llegar a resolver problemas locales, pero de pequeña entidad.

## 5.5.- PARAMETROS HIDROGEOLOGICOS

### 5.5.1.- Recursos

En todo el sistema considerado, la recarga se produce principalmente por la infiltración del agua de lluvia caída directamente sobre los materiales Terciarios. Esta infiltración tiene lugar en los interfluvios. A estas aguas, se les unen las procedentes del Lhem granítico, drenado por los ríos y arroyos que lo atraviesan. En la actualidad, no están evaluados los recursos del sistema.

#### 5.5.2.- Salidas

Dentro del sistema, la descarga se produce fundamentalmente en los valles, drenaje producido por los ríos y arroyos. Se le suma, a esto, los bombeos.

En el Lhem granítico el drenaje se efectúa mayormente por bombeo. Existe gran número de pozos, que se emplean para el abastecimiento de casas de labranza, secándose muchos de éstos en épocas de baja pluviometría.

#### 5.6. INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

En la hoja sólo existe un punto de agua (banco de datos del ITGE), se trata de un sondeo de 80 m de profundidad. Se realizó un bombeo en 1970, dando un caudal de 5 m<sup>3</sup>/h (Ver Anexo I. Cuadro resumen de puntos de agua).

Se incluyen además, los puntos reconocidos durante la campaña de campo, en alguno de los cuales se ha realizado hidroquímica.

#### 5.7. CALIDAD QUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

En términos generales, la calidad de las aguas subterráneas es muy variable, en respuesta lógica a la acusada heterogeneidad litológica del acuífero, variabilidad presente tanto en el tiempo como en el espacio.

Se han recogido tres muestras, para su posterior análisis, dos de ellas en granitos y una en Terciario.



Nº Muestra	Litología	pH	Conduct ( $\mu$ S/cm)	Naturaleza
-----	-----	----	-----	-----
19-26-5-1	Granito	7.48	1.635	Sulfat.- Ca - Na
19-26-5-2	Granito	7.54	2.633	Sulfat.- Ca - Mg
19-26-2-3	Terciario	7.98	3.324	Sulfat.- Ca - Mg

Las aguas en los granitos son duras a extremadamente duras, de facies sulfatadas-calcicas, como se observa en el cuadro anterior. La conductividad es siempre superior a 1.600  $\mu$ S/cm, lo que indica un alto contenido en sales.

En el acuífero Terciario, el contenido en sales es superior, como indica su conductividad de 3.324  $\mu$ S/cm y el aumento de pH. Su naturaleza es sulfatada-cálcica, lo que podría indicar una interconexión entre ambos.

En general, las aguas del Sistema Nº14, son de naturaleza bicarbonatada-cálcica, el echo de que las aquí analizadas reflejen unas facies sulfatadas, indican procesos de disolución de minerales evaporíticos (tipo yesos), en zonas no saturadas.

Es notable el contenido en nitratos de estas aguas, superior en todos los casos a 50 mg/l. Esto es atribuible a vertidos incontrolados y a la tendencia creciente de fertilizantes químicos en las prácticas agrícolas.

En conjunto, se producen notables cambios en la calidad de las aguas subterráneas. Esta variabilidad es achacable a la peculiaridad de los acuíferos (heterogeneidad litológica, escasa permeabilidad, interconexión, etc.), reaccionando, por ello, de manera diferente ante estímulos externos similares (sequias, lluvias, bombeos, etc.).

ANEXO I

"INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA"



NUMERO DE REGISTRO	NATURALEZA (1)	PROFUNDIDAD DE LA OBRA (metros)	NIVEL PIEZOMETRICO M.S.N.M. (Fecha)	CAUDAL l/seg (Fecha)	TRANSMISIVIDAD m <sup>2</sup> /dia	LITOLOGIA ACUIFERO (2)	ACUIFERO (3)	CONDUCTIVIDAD $\mu$ mhos/cm	RESIDUO SECO gr/l	USOS DEL AGUA (4)	ORIGEN DOCUMENTACION	FECHA ORIGEN DE LOS DATOS GENERALES	OBSERVACIONES
19-26/3/1	S	80	1	1.4	-	Cg-Are	14	-	-	C	ITGE	1990	
19-26/1/1	M	-	-	-	-	Cg-Are	14	-	-	-	-	1990	
19-26/3/2	M	-	-	-	-	Cg-Are	14	-	-	-	-	1990	
19-26/3/3	M	-	-	-	-	Cg-Are	14	-	-	-	-	1990	
19-26/5/1	P	15	8	-	-	G	-	1.635	1,2	R	P.T.	1990	(*)
19-26/5/2	P	11	2	-	-	G	-	2.633	1,9	R	P.T.	1990	(*)
19-26/2/1	M	-	-	-	-	Are	14	3.324	3,2	C	P.T.	1990	(*)
19-26/7/1	M	-	-	-	-	G	-	-	-	-	-	1990	
19-26/7/2	M	-	-	-	-	G	-	-	-	-	-	1990	
19-26/7/3	M	-	-	-	-	Cg-Are	14	-	-	-	-	1990	(*)

(1) M = Manantial

P = Pozo

S = Sondeo

G = Galeria

(2) Are = Arenas

Gr = Gravas

Cg = Conglomerados

Ca = Calizas

Arc = Arcillas

Piz = Pizarras

Q = Cuarzitas (\*) Muestras Hidroquímica

G = R. Intrusivas

(3) N° del PIAS

(4) A = Abastecimiento

R = Regadio

I = Industrial

G = Ganaderia

C = Desconocido

O = No se usa

ANEXO II

"HIDROQUIMICA Y DIAGRAMAS"

Nº 19-26/2/1

RESULTADOS ANALITICOS DE  
MACROCONSTITUYENTES

		mg./litro	meq./litro	% meq./litro
Cloruros expresados en ion	Cl <sup>-</sup>	199.2	5.62	11.55
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	1,741.8	36.26	74.53
Bicarbonatos	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	310.0	5.08	10.44
Carbonatos	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0.0	0.00	0.00
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	104.8	1.69	3.47
Sodio	Na <sup>+</sup>	160.3	6.97	14.04
Magnesio	Mg <sup>++</sup>	228.1	18.76	37.78
Calcio	Ca <sup>++</sup>	472.9	23.60	47.53
Potasio	K <sup>+</sup>	12.6	0.32	0.65

ANALISIS FISICO-QUIMICO, DETERMINACIONES ESPECIALES,  
OTROS DATOS Y OBSERVACIONES.

Conductividad a 20°C .....	3,324 µS/cm.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .....	0.00 mg./litro.
Punto de Congelación (°).....	-0.09 °C	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	0.00 mg./litro.
Sólidos disueltos .....	3,229.80 mg./litro.	Li <sup>+</sup> .....	0.00 mg./litro.
pH .....	7.98	B....	0.36 mg./litro.
CO <sub>2</sub> libre (°).....	5.11 mg./litro.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	0.90 mg./litro.
Brados franceses dureza .....	213.29	SiO <sub>2</sub> .....	17.39 mg./litro.
rCl + rSO <sub>4</sub> /rCO <sub>3</sub> H + rCO <sub>3</sub> .....	8.24	Fe... ..	0.00 mg./litro.
rNa + rK/rCa + rMg .....	0.17	Mn... ..	0.00 mg./litro.
rNa/rK .....	21.57		
rNa/rCa .....	0.30		
rCa/rMg .....	1.26		
rCl/rCO <sub>3</sub> H .....	1.11		
rSO <sub>4</sub> /rCl <sup>-</sup> .....	6.45		
rMg/rCa .....	0.79		
i.e.b. ....	-0.30		
i.d.d. ....	-0.04		

Elaborado por: CENTRO ANALITICO DE AGUAS, S.A.  
C/ San Juan, 10. 30001 MURCIA. T. 961 25 05 90  
Fax: 961 25 05 91. E-mail: info@centroanalitico.com  
Este informe es propiedad de la empresa y no debe ser  
reproducido sin el consentimiento expreso de la misma.

Nº Registro: 961250590

Murcia, 25 de Mayo de 1.990

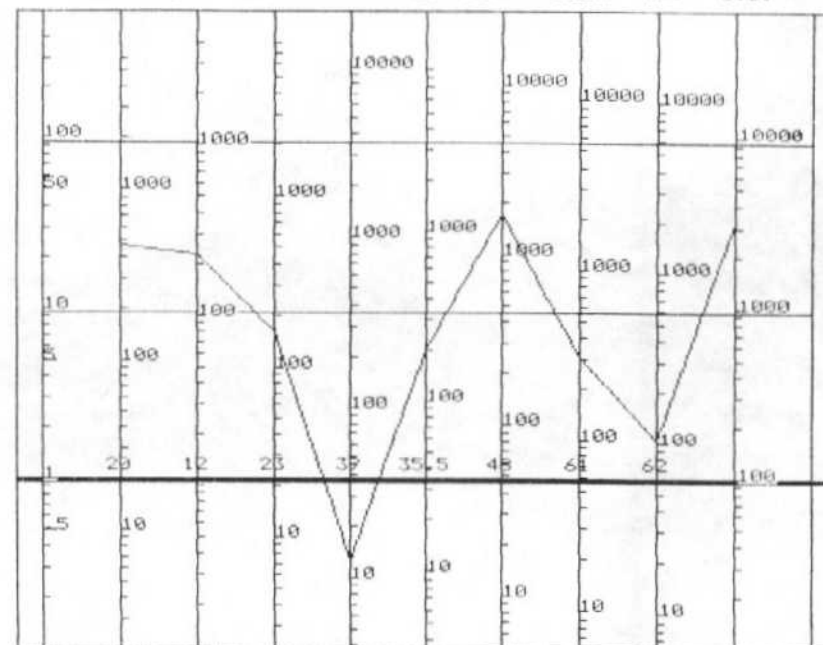
*Calixto S-Fresneda*  
Ldo. en Ciencias.

(\*) : Parámetro calculado.  
Nota: Para obtener copia citar número registro.

GRAFICOS GEOQUIMICOS.

Nº REGISTRO: 961250590

DIAGRAMA LOGARITMICO DE SCHOELLER-BERKALOFF. (Modificado)



S.D. = Sólidos disueltos.

NOTA.- Los parámetros están expresados en mg/l.

DIAGRAMA DE PIPER.

- A = Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.  
B = Cloruradas y/o sulfatadas sódicas.  
C = Bicarbonatadas sódicas.  
D = Bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.  
1 = Tipo magnésico.  
2 = " sódico.  
3 = " cálcico.  
1' = " sulfatado.  
2' = " clorurado.  
3' = " bicarbonatado.

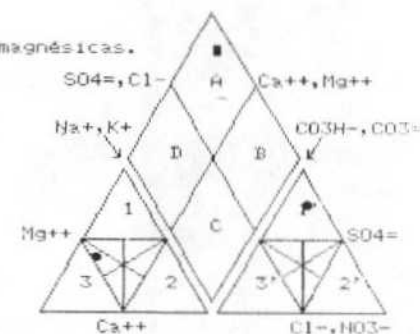
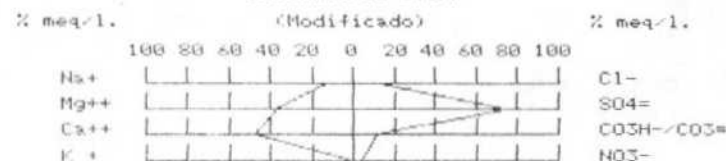


DIAGRAMA DE STIFF  
(Modificado)



AGUA SULFATADA-CÁLCICA

Nº 19-26/5/1

RESULTADOS ANALITICOS DE  
MACROCONSTITUYENTES

		mg./litro	meq./litro	% meq./litro
Cloruros expresados en ion	Cl <sup>-</sup>	132.6	3.74	21.76
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	383.8	7.99	46.50
Bicarbonatos	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	275.8	4.52	26.31
Carbonatos	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0.0	0.00	0.00
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	57.9	0.93	5.43
Sodio	Na <sup>+</sup>	113.6	4.94	27.14
Magnesio	Mg <sup>++</sup>	47.2	3.88	21.32
Calcio	Ca <sup>++</sup>	186.8	9.32	51.21
Potasio	K <sup>+</sup>	2.3	0.06	0.32

ANALISIS FISICO-QUIMICO, DETERMINACIONES ESPECIALES,  
OTROS DATOS Y OBSERVACIONES.

Conductividad a 20°C .....	1,635 µS/cm.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.00 mg/litro.
Punto de Congelación (°).....	-0.05 °C	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.31 mg/litro.
Sólidos disueltos .....	1,199.88 mg/litro.	Li <sup>+</sup>	0.00 mg/litro.
pH .....	7.48	B....	0.08 mg/litro.
CO <sub>2</sub> libre (°).....	14.47 mg/litro.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.60 mg/litro.
Grados franceses dureza .....	66.35	SiO <sub>2</sub>	38.89 mg/litro.
rCl + rSO <sub>4</sub> /rCO <sub>3</sub> H + rCO <sub>3</sub> .....	2.60	Fe...	0.00 mg/litro.
rNa + rK/rCa + rMg .....	0.38	Mn...	0.00 mg/litro.
rNa/rK .....	83.75		
rNa/rCa .....	0.53		
rCa/rMg .....	2.40		
rCl/rCO <sub>3</sub> H .....	0.83		
rSO <sub>4</sub> /rCl <sup>-</sup> .....	2.14		
rMg/rCa .....	0.42		
i.c.b. ....	-0.34		
i.d.d. ....	-0.09		

La Empresa CENTRO DE ANALISIS DE AGUAS, S.A.  
está homologada por el MINISTERIO DE OBRAS  
PÚBLICAS Y URBANISMO (M.O.U.) y  
titula para colaborar con los organismos de  
(Com.) arias de Aguas y con los organismos  
de control de calidad de aguas potables.

Nº Registro: 784160590

Murcia, 16 de Mayo de 1.990

*Sánchez Fresneda*

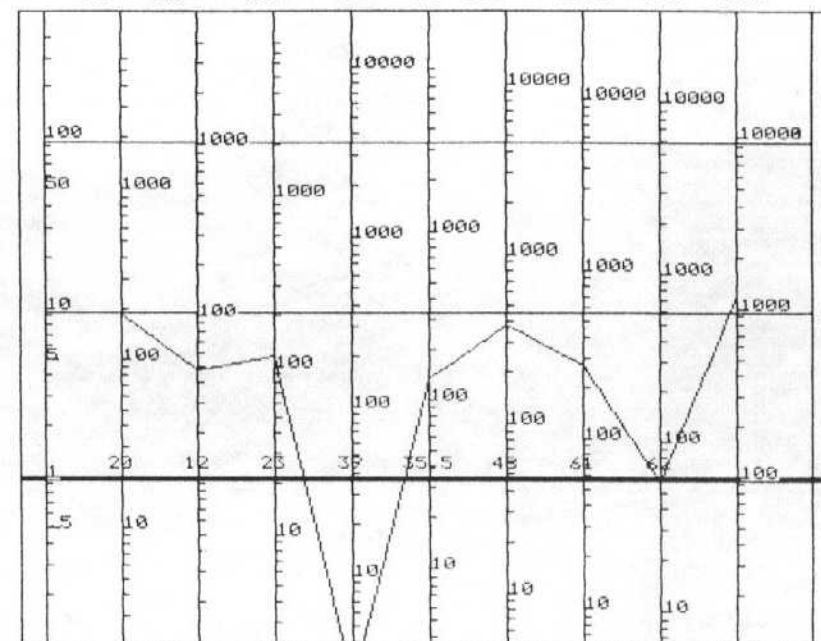
Dr. V. Sánchez Fresneda.

(\*) : Parámetro calculado.  
Nota: Para obtener copia citar número registro.

GRAFICOS GEOQUIMICOS.

Nº REGISTRO: 784160590

DIAGRAMA LOGARITMICO DE SCHOELLER-BERKALOFF. (Modificado)  
Ca<sup>++</sup> Mg<sup>++</sup> Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>=</sup> CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> S.D.



S.D. = Sólidos disueltos.  
NOTA.- Los parámetros están expresados en mg/l.

DIAGRAMA DE PIPER.

A = Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.  
B = Cloruradas y/o sulfatadas sódicas.  
C = Bicarbonatadas sódicas.  
D = Bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.  
1 = Tipo magnésico.  
2 = " sódico.  
3 = " cálcico.  
1' = " sulfatado.  
2' = " clorurado.  
3' = " bicarbonatado.

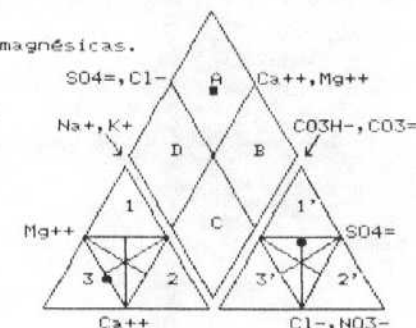
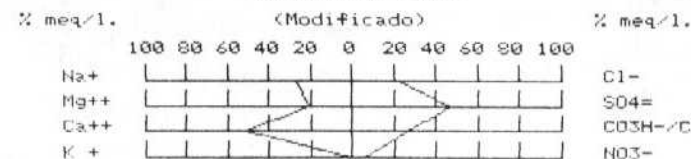


DIAGRAMA DE STIFF

(Modificado)



AGUA SULFATADA-CÁLCICA



Nº 19-26/5/2

RESULTADOS ANALITICOS DE  
MACROCONSTITUYENTES

		mg./litro	meq./litro	% meq./litro
Cloruros expresados en ion	Cl <sup>-</sup>	195.7	5.52	19.05
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	865.9	18.03	62.22
Bicarbonatos	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	278.2	4.56	15.74
Carbonatos	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0.0	0.00	0.00
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	53.8	0.87	2.99
Sodio	Na <sup>+</sup>	167.0	7.26	26.03
Magnesio	Mg <sup>++</sup>	98.3	8.08	28.95
Calcio	Ca <sup>++</sup>	250.9	12.52	44.86
Potasio	K <sup>+</sup>	1.7	0.04	0.16

ANALISIS FISICO-QUIMICO, DETERMINACIONES ESPECIALES,  
OTROS DATOS Y OBSERVACIONES.

Conductividad a 20°C .....	2,633 µS/cm.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	0.00 mg/litro.
Punto de Congelación (t).....	-0.07 °C	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	0.00 mg/litro.
Sólidos disueltos .....	1,911.50 mg/litro.	Li <sup>+</sup> .....	0.00 mg/litro.
pH .....	7.54	B....	0.05 mg/litro.
CO <sub>2</sub> libre (t).....	12.71 mg/litro.	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	4.58 mg/litro.
Grados franceses dureza .....	103.66	SiO <sub>2</sub> .....	36.92 mg/litro.
rCl + rSO <sub>4</sub> /rCO <sub>3</sub> H + rCO <sub>3</sub> .....	5.16	Fe....	0.00 mg/litro.
rNa + rK/rCa + rMg .....	0.35	Mn....	0.00 mg/litro.
rNa/rK .....	162.35		
rNa/rCa .....	0.58		
rCa/rMg .....	1.55		
rCl/rCO <sub>3</sub> H .....	1.21		
rSO <sub>4</sub> /rCl <sup>-</sup> .....	3.27		
rMg/rCa .....	0.65		
i.c.b. ....	-0.32		
i.d.d. ....	-0.08		

La Empresa CENSA (S.A.) de Estudios Hidrológicos y Ambientales, S.A. tiene para sus clientes un laboratorio de análisis de aguas de calidad internacional.

Nº Registro: 785160590

Murcia, 16 de Mayo de 1.990

*Sánchez Fresneda*

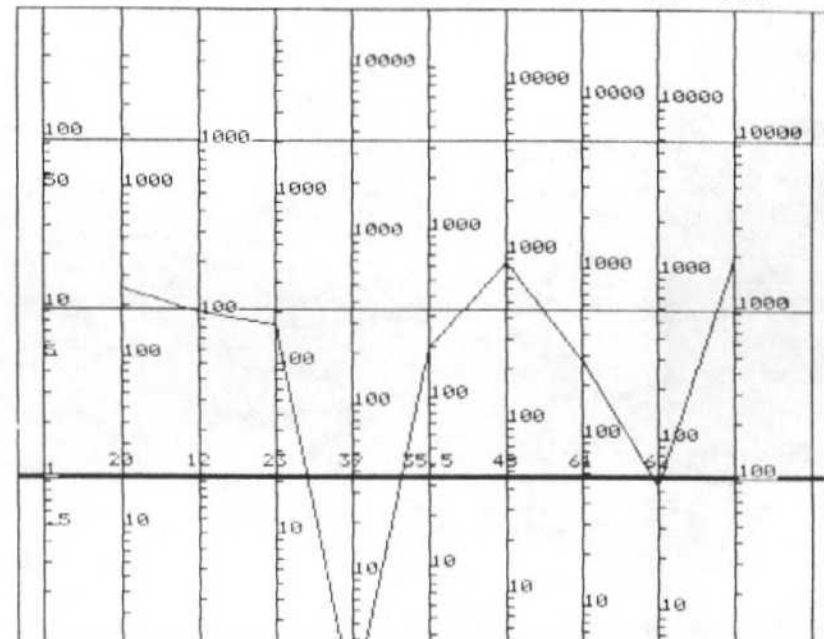
Dr. V. Sánchez Fresneda.

(\*) : Parámetro calculado.  
Nota: Para obtener copia citar número registro.

GRAFICOS GEOQUIMICOS.

Nº REGISTRO: 785160590

DIAGRAMA LOGARITMICO DE SCHOELLER-BERKALOFF. (Modificado)  
Ca<sup>++</sup> Mg<sup>++</sup> Na<sup>+</sup> K<sup>+</sup> Cl<sup>-</sup> SO<sub>4</sub><sup>=</sup> CO<sub>3</sub>H<sup>-</sup> NO<sub>3</sub><sup>-</sup> S.D.



S.D. = Sólidos disueltos.

NOTA.- Los parámetros están expresados en mg/l.

DIAGRAMA DE PIPER.

- A = Sulfatadas y/o cloruradas cálcicas y/o magnésicas.  
B = Cloruradas y/o sulfatadas sódicas.  
C = Bicarbonatadas sódicas.  
D = Bicarbonatadas cálcicas y/o magnésicas.  
1 = Tipo magnésico.  
2 = " sódico.  
3 = " cálcico.  
1' = " sulfatado.  
2' = " clorurado.  
3' = " bicarbonatado.

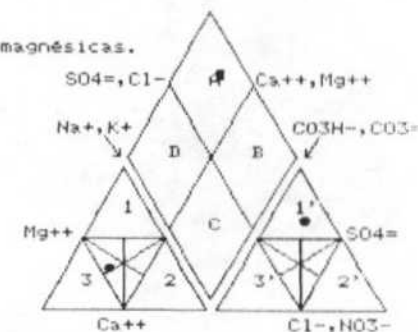
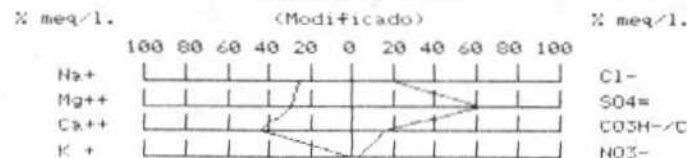


DIAGRAMA DE STIFF

(Modificado)



AGUA SULFATADA-CALCICA



Nº 19-26/5/2

**RESULTADOS ANALITICOS DE MACROCONSTITUYENTES**

		mg./litro	meq./litro	% meq./litro
Cloruros expresados en ion	Cl <sup>-</sup>	195.7	5.52	19.05
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	865.9	18.03	62.22
Bicarbonatos	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup>	278.2	4.56	15.74
Carbonatos	CO <sub>3</sub> <sup>=</sup>	0.0	0.00	0.00
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	53.8	0.87	2.99
Sodio	Na <sup>+</sup>	167.0	7.26	26.03
Magnesio	Mg <sup>++</sup>	98.3	8.08	28.95
Calcio	Ca <sup>++</sup>	250.9	12.52	44.86
Potasio	K <sup>+</sup>	1.7	0.04	0.16

**ANALISIS FISICO-QUIMICO, DETERMINACIONES ESPECIALES, OTROS DATOS Y OBSERVACIONES.**

Conductividad a 20°C .....	2,633 µS/cm.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.00 mg/litro.
Sólidos disueltos .....	1,911.50 mg/litro.	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.00 mg/litro.
pH .....	7.54	B....	0.05 mg/litro.
S.A.R. ....	2.26	SiO <sub>2</sub>	36.92 mg/litro.
S.A.R. ajustado (I) .....	6.07	Fe...	0.00 mg/litro.
Presión osmótica (I) .....	0.95 Atmósferas	Mn...	0.00 mg/litro.
Relación de calcio .....	0.45	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.58 mg/litro.
Carbonato sódico residual ....	0.00	Li...	0.00 mg/litro.
I de sodio .....	26.19		
CO <sub>2</sub> libre (I).....	12.71 mg/litro.		
Indice de Scott .....	9.80		
Punto de Congelación (I).....	-0.07 °C		

La Empresa ENTIDAD ASISTENCIAL AGUAS S.A. está autorizada por el S.I.S.P. para el análisis físico-químico y biológico de aguas, con la excepción de los análisis de toxicidad de aguas, que se reservan al personal de esta entidad.

**Calificación según D.W. Thorne y H.B. Peterson. (C4-S1).**

Aguá muy altamente salina (C4).- No es apropiada para el riego en las condiciones ordinarias, pero puede emplearse ocasionalmente en circunstancias muy especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, debiendo aplicarse un exceso de agua para lograr un buen lavado; en este caso deben seleccionarse cultivos altamente tolerables a las sales.

Aguá baja en sodio (S1).- Puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con pocas probabilidades de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles, tales como los frutales de hueso y aguacates, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

De conformidad con el Índice de Scott el agua analizada es:

De 18 a 6: Tolerable.- Es generalmente necesario poner especial cuidado para impedir la acumulación de sales, excepto en los suelos sueltos con drenaje libre.

S.A.R. ajustado: 6.07.- Existirán ciertos problemas de riesgo de impermeabilización del suelo.

Nº Registro: 785160590

Murcia, 16 de Mayo de 1.990

*Sánchez-Torres*  
Dr. V. Sánchez-Torres

(\*) : Parámetro calculado.  
Nota: Para obtener copia citar número registro.

**GRAFICOS AGRICOLAS.**

Nº REGISTRO: 785160590



**CLASIFICACION DE LAS AGUAS PARA RIEGO SEGUN EL PROCEDIMIENTO DEL U.S. SALINITY LABORATORY STAFF**



**RIESGO DE ALCALINIZACION Y SALINIZACION DEL SUELO**

	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Alcalinización	■			
Salinización				■

**TOXICIDAD ESPECIFICA DEL BORO EN LOS CULTIVOS**

	Baja	Moderada	Media	Elevada	Muy Elev.
CULTIVOS:					
Sensibles	■				
Semitolerantes	■				
Tolerantes	■				

**INDICE DE SCOTT (Calidad del agua)**

	Buena	Tolerable	Mediocre	Mala
Calidad		■		