

**INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS
EN RELACIÓN CON LA LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA**



Luis Linares Girela

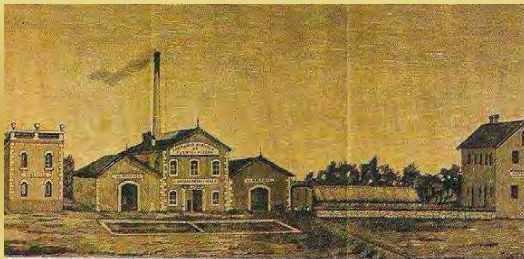


Ayer: la sal

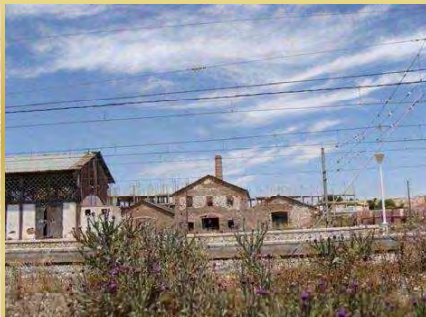
Hoy: el agua



La explotación de sal de Fuente de Piedra



A finales del siglo pasado, la laguna de Fuentepiedra fue explotada para extraer sal por una empresa dedicada también a la fabricación de abonos, cuyas instalaciones se muestran en este grabado de la época.



Los recursos hídricos de la cuenca de Fuente de Piedra

abastecimiento



agricultura



laguna





Domingo María de Ortaño Aguirre.

BOSQUEJO FÍSICO-GEOLÓGICO

DE LA

REGION SEPTENTRIONAL

DE LA

PROVINCIA DE MÁLAGA.

Ademas de las aguas citadas recoge dicha laguna las del S. de la Sierra de la Camorra y del N. de la del Humilladero; y su lecho está constituido por la ya indicada formacion cretácea. Los manantiales que la surten por el lado occidental son todos muy saliferos, y aún se cree que deben existir algunos nacimientos de esta clase en el fondo de ella. Asi, pues, el producto de las aguas invernales llega pronto á un completo estado de saturacion, y al evaporarse por los fuertes calores del Estío se precipita gran cantidad de sal, de la cual se surten casi todos los pueblos comarcanos.

1877

72

ACTAS DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA

de lo afirmado. 4.º En Canarias los rasgos étnicos del tipo cuaternario de la Vezère aparecen muy marcados; y 5.º Puede asegurarse que la llegada de la raza de Cro-Magnon á aquellas islas, fué durante nuestra época geológica y no antes.»

—El Sr. Calderón leyó la nota siguiente:

La salina de Fuente-Piedra.

«En excursiones realizadas recientemente, he tenido ocasión de estudiar esta interesante salina y la laguna del mismo nombre, situada casi en la divisoria de aguas de Andalucía, que separa las que se vierten en el Océano de las que lo hacen en el Mediterráneo, y á elevación sólo un poco inferior á dicha divisoria.

Es la laguna de Fuente-Piedra una hondonada que se asienta, relativamente al nivel general de la región, á una considerable altura (434 m.), recogiendo las aguas pluviales de una serie de sierras y lomas que la cercan, las cuales, en vez de ir á verterse directamente al río Guadalquivir, se estancaban allí, constituyendo un verdadero lago durante el invierno. En la actualidad, habiéndose practicado un desagüe artificial á la laguna, ha perdido ya el carácter de depósito cerrado con que figura todavía en los mapas. Para completar estos antecedentes topográficos añadiré solamente que el lago alcanza unos 6 km. de largo de NNE. á SSO. y 3 km. de E. á O.; en su máxima anchura, si bien en tiempos más antiguos ha debido tener dimensiones mucho mayores, que habrán ido rebajando los sedimentos depositados sucesivamente en su fondo, hasta quedar reducida á las 1.400 hectáreas, que se inundan ahora en invierno, cuando el desagüe no puede compensar la cantidad de líquido aportado por las lluvias.

La laguna se encuentra en el centro de una cuenca cuya extensión no baja de 50 km. cuadrados, cercada por las sierras de Yeguas, Alameda, Camorra y Humilladero, que por su naturaleza áspera y su desnudez de vegetación, producen la precipitación rápida de las aguas pluviales. Fuera de esta aridez, el aspecto orográfico general de la cuenca es sumamente platyverso, pues las sierras calizas mencionadas, destacándose aisladamente de la llanura suavemente ondulada, parecen islas que se alzan en medio del mar.



NATURALEZA Y NATURALISTAS EN LA HISTORIA

En la laguna de Fuentedepiedra con Salvador Calderón



De la excepcional pléyade de naturalistas que tomaron a su cargo la modernización de las ciencias naturales en España a finales del pasado siglo, destaca por su entusiasmo y por su ingente obra Salvador Calderón. Aunque su especialidad fue la geología, no dejó de interesarse por las más variadas cuestiones, y entre ellas por las regiones peninsulares que entonces se dio en llamar esteparias, en las que los humedales y enclaves salinos son característicos. En este artículo acompañamos a Calderón en su exploración de la laguna malagueña de Fuentedepiedra, una de las grandes lagunas salinas ibéricas.

1888

PRIMEROS TRABAJOS EN LA ÉPOCA RECIENTE

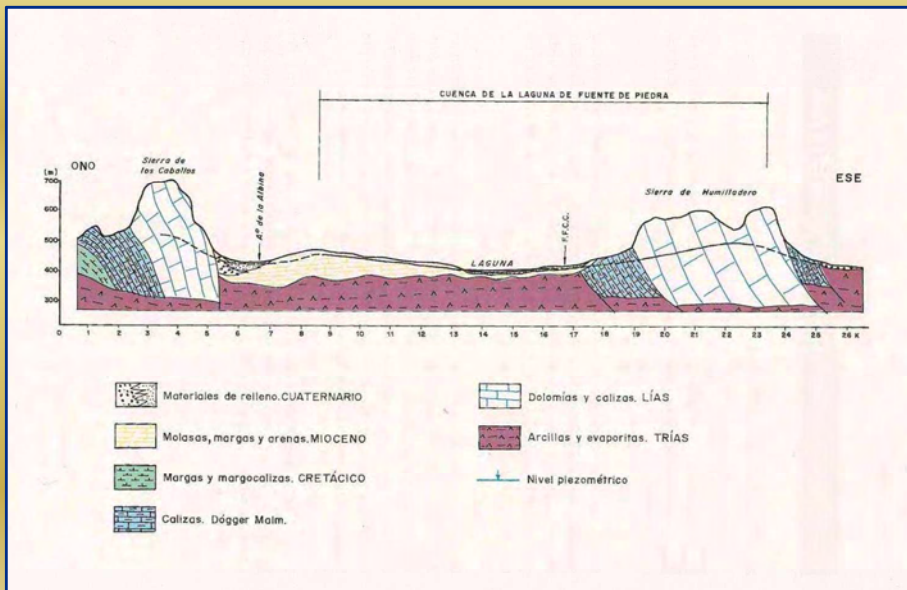
- 1932. R.Casares. *Análisis de las aguas de la laguna*
- 1940. J. Dantín. *Trabajo sobre el endorreísmo bético*
- 1965. Clemente y Jesús Saenz Ridruejo. *Informe sobre el manantial de Santillán*
- 1970. L. Castellón. *Tesina sobre la sedimentación en la laguna*
- 1977. R. Cabanás. *Informe sobre la posible alimentación artificial a la laguna (solicitado por ICONA)*



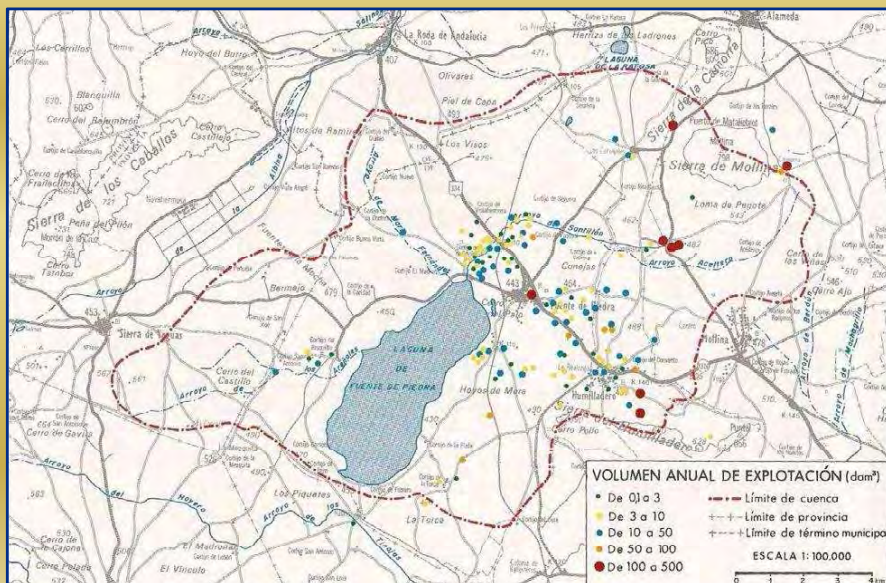
Detalle de instalaciones para mantener pequeñas superficies inundadas en la colonia de aves durante los estiajes prolongados.

1980

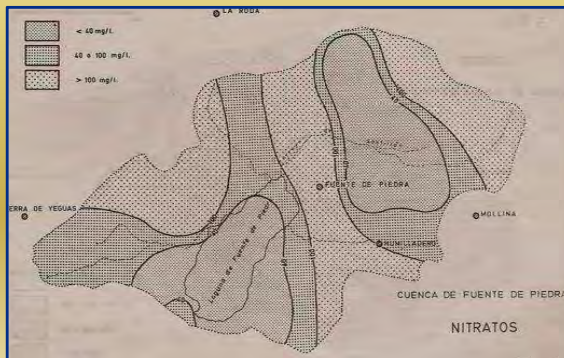
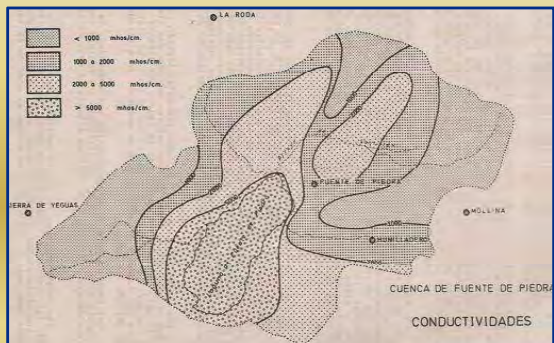
Definición del funcionamiento hidrogeológico del sistema



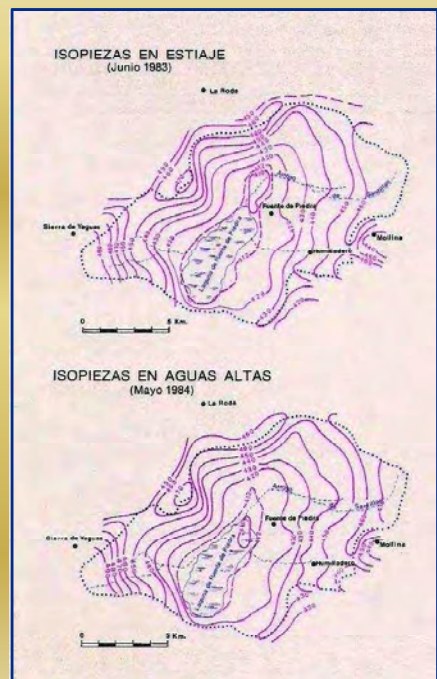
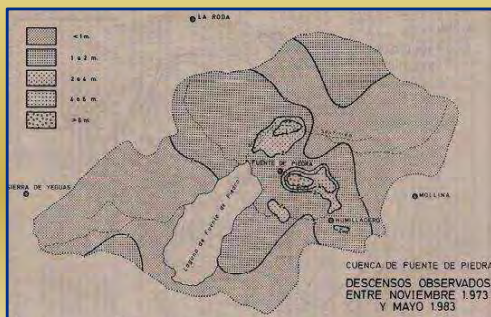
Inventario de captaciones (408) Estimación del volumen bombeado (3 hm³/año)



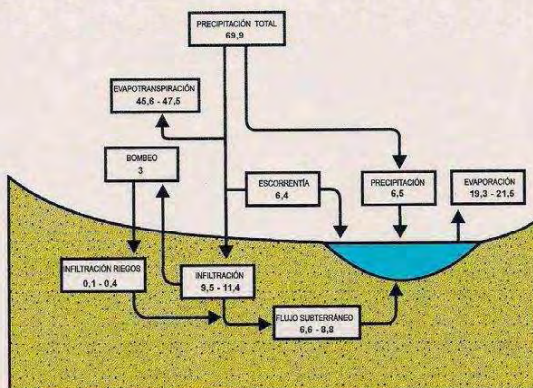
Caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas



Estudio de la piezometría de los acuíferos



Determinación del balance hídrico del sistema



Sin variación de reservas en la unidad hidrogeológica ni del agua almacenada en la laguna
(Cifras en hm³/año)

Esquema del balance hídrico de la Cuenca de Fuente de Piedra en condiciones medias

II SIMPOSIO sobre EL AGUA EN ANDALUCÍA

Separata

1986

EL AGUA EN ANDALUCÍA

HIDROGEOLOGÍA DE LA LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA Y SU ENTORNO (provincia de Málaga)

Luis Dichtl Subías
Geólogo
E.N. ADARO. Dr. Esquerdo 138. Madrid

Luis Linares Girela
Geólogo
E.N. ADARO. P^o Marítimo C. Melilla 13. Málaga

Manuel del Valle Cardenete
Geólogo
I.G.M.E. Recogidas 61. Granada

RESUMEN

La laguna de Fuente de Piedra recoge la escorrentía, tanto subterránea como superficial, de una cuenca endorreica de 150 km². Los recursos hídricos totales de la cuenca, en condiciones medias de pluviosidad, se han evaluado comprendidas entre 21 y 25 hm³/año, la mayor parte de las cuales salen del sistema por evaporación desde la laguna y, en menor medida, por consumo del agua extraída de los acuíferos (3 hm³/año). En la desecación, que periódicamente sufre la laguna, influyen de manera decisiva las condiciones climáticas (especialmente la fuerte evaporación y los déficits de precipitación), siendo mínima la incidencia de las extracciones por bombeo en la cuenca.

RÉSUMÉ

La laguna de Fuente de Piedra, recueille l'écoulement aussi bien souterrain que superficiel d'un bassin endorreïque de 150 km². La totalité des ressources hydriques du bassin durant des conditions moyennes de pluviosité ont été évaluées entre 21 et 25 hm³/an, la plus grande part sort du système par évaporation de la lagune et en quantité plus réduite par la consommation d'eau extraite des aquifères (3 hm³/an). Durant l'assèchement que périodiquement souffre la lagune, la climatologie a une influence décisive (surtout par la forte évaporation et les déficits de précipitation) - obtenant l'incidence minime des extractions par le pompage du bassin.

CONSECUENCIAS HIDROGEOLOGICAS DE LA EXPLOTACION DE LOS ACUIFEROS EN LA CUENCA DE FUENTE DE PIEDRA (MALAGA).

Luis LINARES GIRELA
E. N. Adaro. C. Lehmberg Ruiz, 3. Málaga

Juan A. LOPEZ GETA
I. T. G. E. Rios Rosas, 23. Madrid

Juan C. RUBIO CAMPOS
I. T. G. E. Recogidas, 61. Granada

RESUMEN

La explotación de los acuíferos de la cuenca endorreica de Fuente de Piedra asciende a $3 \text{ hm}^3/\text{año}$, cifra que representa aproximadamente la cuarta parte de sus recursos subterráneos. La piezometría evoluciona de acuerdo con el régimen de precipitaciones en la mayor parte de la cuenca; sin embargo, en los sectores donde se concentran las extracciones se observan descensos continuados de la superficie piezométrica y comportamientos hidrogeológicos diferentes que dependen de su situación en la cuenca.

ABSTRACT

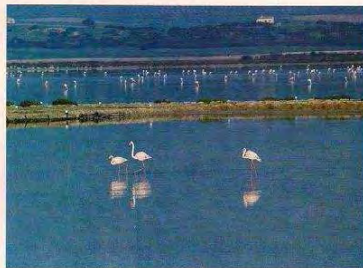
The exploitation of the aquifers from the endorreical basin of Fuente de Piedra reaches $3 \text{ hm}^3/\text{year}$. This amount is about a quarter of its ground-water resources. The piezometry evolves in accordance with the precipitations in the most of the basin; nevertheless, at the places where the extractions are concentrated it is possible to observe the piezometric surface going down gradually and different hydrogeological behaviors, which depend on their location in the basin.

1989

UNIVERSIDAD DE GRANADA
DEPARTAMENTO DE GEODINAMICA

HIDROGEOLOGIA DE LA LAGUNA DE
FUENTE DE PIEDRA (MALAGA)

Luis Linares Girela



Tesis doctoral
1990

1990

La zona de transición agua dulce-salmuera bajo el borde norte de la laguna salada de Fuente de Piedra (Málaga).

The freshwater-brine transition zone beneath the northern shoreline of the Fuente de Piedra salt lake (Málaga, Spain)

J. Benavente (*), F. Carrasco (**), C. Almécija (*), P. Rodríguez-Jiménez (***) y J. Cruz Sanjulian (*)

(*) Instituto del Agua, Universidad de Granada. Q/ Hacer López Argüera s/n. 18071 Granada.

(**) Dept. de Geología y Estratigrafía, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. 29071 Málaga.

(***) Dept. de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralogía, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. 29071 Málaga.

ABSTRACT

The results of temperature and electrical conductivity logs carried out in some recently drilled boreholes across the northern shoreline of the Fuente de Piedra Salt Lake, provide the first data about a relatively thick transition zone between the freshwater of the regional underground flow and the dense brine bodies occurring beneath the lake floor. Water head values also point out to the reflux of brines flowing up along the hypothetical Ghyben-Herzberg interface.

Key words: groundwater flow, transition zone, brines, salt lake.

GEOGACETA, 14 (1993), 6-8

ISSN: 0213-683X

Introducción

Gran parte de la cuenca endorreica vertiente a la laguna de Fuente de Piedra, situada al norte de la provincia de Málaga, está ocupada por materiales permeables que, aunque de diferente edad y litología, pueden considerarse integrales en un único sistema acuífero cuyo flujo es aproximadamente convergente hacia la laguna (Linares, 1990).

El sustrato impermeable regional corresponde a materiales trásicos, constituidos fundamentalmente por arcillas y margas con evaporitas. La karstificación de estas evaporitas tiene importantes consecuencias geomorfológicas e hidrogeológicas; en primer lugar es responsable del endorreísmo bastante generalizado que existe en el sector Anchores-Campillo, del cual la cuenca de Fuente de Piedra es el ejemplo más espectacular, también justifica la existencia de manantiales de aguas salobres o de salmuera, algunos de los cuales son bastante conocidos por su influencia en la calidad química de las aguas superficiales de la vecina cuenca del río Guadalhorce (Carrasco, 1986).

Entre los materiales permeables de la cuenca, son los del Mioceno superior los que afloran más extensamente y los que soportan mayor explotación. Se han inventariado más de 400 pozos en esta cuenca, en su mayoría pozos abiertos con profundidad media del orden de 10

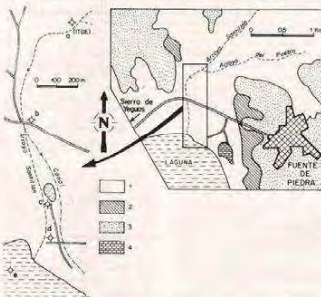
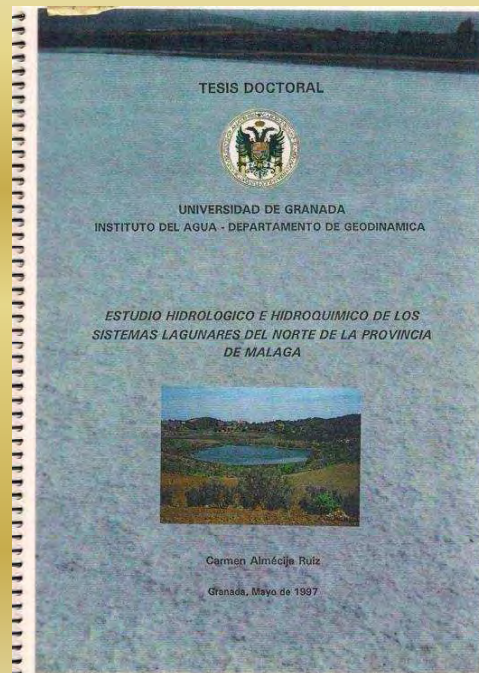


Fig. 1. — Localización de los piezómetros donde se han realizado los medidos y cartografía geológica esquemática del sector (simplificada de Martín Serrano, 1986). 4: Calizas y dolomitas (Triás). 3: Arenas, margas y conglomerados (Mioceno superior). 2: Caliza (Plioceno medio). 1: Arcillas y conchas (cuaternario y cenozoico reciente).

Fig. 1. — Location of the monitoring piezometers and geological sketch of the surrounding area (simplified from Martín Serrano, 1986). 4: Limestones and dolomites (Triassic). 3: Sands, sandstones, marls and conglomerates (Upper Miocene). 2: Limestone (Pliocene). 1: Sands, clays and gravels (Quaternary and sediments of occasionally flooded areas: Holocene).

1993



1997

Aporte de solutos por cursos superficiales a la laguna de Fuente de Piedra (Málaga)

Solute contributions from streamwater to the Fuente de Piedra lake (Málaga)

J. Benavente, J. Reyes y M. Rodríguez

Instituto del Agua, Universidad de Granada, C/ Rector López Argüeta, s/n, 18071 Granada

ABSTRACT

The abnormally wet conditions of the 1996 and 1997 years have induced the streamwater flow to the Fuente de Piedra salt lake (Málaga). Samples of water from the main streams have been collected and analysed, showing different biogeochemical features, which reflect natural (biological) and anthropogenic (sewage) influences. The input of salts to the lake system from the streamwater during the 1996 - 1998 period is responsible of an average content of around 2 g/l. This is far less than the observed salinity, suggesting other sources as the main causes for the mineralization of the lake water.

Key words: streamwater chemistry, sewage, solute budget, Fuente de Piedra salt lake.

GEOGACETA, 24 (1998), 57-54
ISSN: 0273-663X

Introducción. Objetivos y métodos

La laguna salada de Fuente de Piedra, situada al norte de la provincia de Málaga, es una de las mayores de España, con casi 14 km² de superficie inundable y 150 km² de eucnea vertiente (Fig. 1).

Debido a su localización en un área de clima mediterráneo con tendencia semiárida, el régimen de la laguna comprende una fase de almacenamiento de agua generalmente en invierno y primavera, y otra de secado estival, que se prolonga más o menos entrado el otoño de acuerdo con la distribución pluviométrica de cada año hidrológico concreto. Esta última fase suele ir acompañada del depósito de una corteza salina (Rodríguez Jiménez *et al.*, 1993).

El año 1996-97 ha supuesto una anomalía en dicho funcionamiento, como consecuencia de las importantes aportaciones pluviométricas invernales (351 mm en diciembre y enero, cuando la media de esos dos meses es de unos 110 mm y la media anual de unos 440 mm). Como consecuencia de ello, la laguna no se ha secado durante el periodo de estiaje, sino que ha mantenido una lámina de agua de aproximadamente 12 m. Esta situación no se registró desde el verano de 1990, debido a las importantes aportaciones de lluvias de 1989.

El régimen de los arroyos que vierten a la laguna es muy irregular, de manera que las aportaciones son prácticamente nulas si el año es de pluviosidad baja o media. Solo en años de pluviosidad elevada pueden mantener caudales medibles y susceptibles de ser muestreados con fines hidroquímicos. Este tipo de información es la que constituye el objeto del presente trabajo. Se pretende con ello obtener una aproximación cuantitativa del aporte total de solutos a la laguna procedente del flujo superficial canalizado hacia la misma. Existe, además, un flujo subterráneo hacia la laguna, caracterizado por un incremento progresivo en la mineralización a medida que se consideran secciones más próximas a la misma (Linares, 1990). En particular, en los sectores de borde es patente la transición entre este tipo de aguas y la salmuera subyacente a la laguna (Benavente *et al.*, 1993).

El único muestreo realizado respecto al quimismo de las aguas de superficie corresponde a los muestreos (constituyentes mayoritarios) realizado en febrero de 1990 al final de los principales arroyos por F. Cortáez y I. Gavilán, de la Universidad de Málaga. Estos datos son analizados en el trabajo de Almécija (1997). Destaca la variabilidad de facies hidroquímicas identificadas y las diferencias en mineralización (condue-

tividad entre 1,7 y 3,5 mS/cm).

En la figura 1 se incluye la situación de los puntos de muestreo y sus toponímicos. El área vertiente a los puntos 5, 7 y 8 es comparativamente despreciable respecto a los demás. Las escasas aportaciones de estos tres cursos se deben a pequeñas surgencias. En los puntos 3 y 9 existe influencia de las aguas residuales de los núcleos urbanos de Fuente de Piedra y Humilladero, respectivamente.

Con la excepción de la cuenca del arroyo de Arzales (nr. 6), en la que afloran materiales margosos paleógenos, la litología predominante en el área corresponde a materiales arcillosos (tridónicos con evaporitas), los cuales afloran al sur de la laguna y al noroeste del núcleo de Fuente de Piedra. En el resto del área tales materiales se encuentran cubiertos por depósitos neógenos (areniscas calcáreas) y cuaternarios (aluviales) poco potentes. En el extremo oriental de la cuenca afloran materiales carbonatados jurásicos.

Se han efectuado mediciones "in situ" (conductividad, pH y contenido en oxígeno disuelto) en los puntos de muestreo en distintas secciones desde finales de diciembre de 1996 a finales de febrero de 1998. También se han tomado muestras para analizar constituyentes químicos mayoritarios y algunos

1998



Instituto Tecnológico
Geológico de España

HIDROGEOLOGÍA DE LA RESERVA NATURAL DE LA LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA (MÁLAGA)



1998



Ministerio de Medio Ambiente
Secretaría de Estado de Aguas y Costas
Dirección General de Obras Hidráulicas
y Calidad de las Aguas

CLAVE: 06.803.173/0411

TIPO:	ESTUDIO	REF. CRONOLÓGICA:	10/00
-------	---------	-------------------	-------

CLASE:	HIDROGEOLÓGICO
TÍTULO BÁSICO:	PROPUESTAS PARA LA REDACCIÓN DEL PLAN DE PROTECCIÓN HÍDRICA DE LA LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA (MÁLAGA)

PROVINCIA:	MÁLAGA	CLAVE:	29
TNO. MPAL:	VARIOS	CLAVE:	
RIO:		CLAVE:	

MEMORIA

2000

Colabora INIMA y UMA

Trabajos de campo en año húmedo (1997-98)



La escorrentía superficial en la cuenca de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga) durante un año húmedo (1997-98)

IGNACIO GIBEL, LUIS ANDRÉS MANABIO, BARCELÓN (1), CARMELO GARCÍA FERRAZ (2),

HERNÁNDEZ DEL RÍO, RUBÉN (3) y MIGUEL PÉREZ, RUBÉN (3)

(1) MIMA, Servicio Biológico de Pesca, Agricultura, C.A. Compañía Salmosberg, S.A., 29007, Málaga

(2) Departamento de Geología, Universidad de Málaga, Campus de Teatinos, 29071, Málaga

(3) Ministerio de Medio Ambiente, D. G. de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, Plaza de S. Juan de la Cruz s/n, Madrid

Palabras clave: CUENCA HIDROGRÁFICA, ESCORRENTÍA, LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA, RELACIÓN Q-D, ACUÍFERO.

Se han realizado varias campañas de aforos en los diferentes arroyos de la cuenca de Fuente de Piedra a lo largo del año hidrológico 1997/98 y se ha obtenido un coeficiente de escorrentía del 10,55% que puede considerarse representativo del conjunto de la cuenca en un año húmedo. La aportación superficial a la laguna, en este período fue de 7,7 hm³/año. Los hidrogramas de los arroyos a la entrada de la laguna presentan, como respuesta a las lluvias de invierno, unas crecidas muy rápidas, con puntas que superan los 3 m³/s (en el arroyo de mayores dimensiones) y unas decrecidas igualmente rápidas. Estas riadas tienen poca duración y un agotamiento rápido. En las primeras crecidas, la mayoría de los arroyos son perdedores con respecto al acuífero. Posteriormente suelen ser ganadores por la aportación procedente de los acuíferos y de las zanjas de drenaje existentes en la cuenca. En el estiaje, las zanjas de drenaje dejan de aportar agua a los cauces y éstos quedan completamente secos. En algún arroyo se mantienen durante más tiempo los caudales superficiales debido al drenaje de pequeñas cuencas endorreicas conectadas a los cauces mediante zanjas artificiales y a la aportación recibida desde el acuífero antes de su desembocadura a la laguna.

La cuenca de Fuente de Piedra (figura 1), de carácter endorreico, tiene unos 150 km² de superficie, está situada en el extremo norte de la provincia de Málaga, sobre la divisa atlántico-mediterránea, entre las cuencas hidrográficas del Sur y del Guadalquivir. En las cotas más bajas de la cuenca se encuentra la laguna de Fuente de Piedra de 13,3 km² de superficie, que es el humedal continental más extenso de Andalucía. La laguna de Fuente de Piedra está incluida en el Sistema de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía como Reserva Natural.

El endorreísmo de esta región está relacionado con los materiales yofeoro-álcalis de edad triásica en los que se originan fenómenos de karstificación y subsidencia por acción de las aguas subterráneas. Así se producen depresiones en las que se sitúan diferentes lagunas, en su mayor parte de carácter temporal.

Desde 1975 se vienen realizando controles y medidas por parte de IGME, que han dado lugar a diversos informes hidrogeológicos (IGME, 1984; IGCE, 1998). Recientemente, el Ministerio de Medio Ambiente y tras de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas ha reali-

zado un estudio en el que, tras analizar toda la información generada anteriormente, se aportan propuestas para la redacción del Plan de Protección Hídrica de la laguna de Fuente de Piedra (DMA, 2000).

Los trabajos de campo del citado estudio se realizaron durante el año hidrológico 1997/98, de carácter húmedo. Inque permitieron llevar a cabo numerosas observaciones sobre la relación de las aguas superficiales y los acuíferos de la cuenca y evaluar con bastante precisión la escorrentía superficial que fluye a la laguna en esta concentración meteorológica. Por supuesto esto había sido posible estimarlo de manera aproximada en trabajos anteriores, por lo que se dispone ahora de un elemento que contribuye a precisar los balances hídricos de la laguna.

SÍNOPSIS HIDROGEOLÓGICA

En la cuenca de Fuente de Piedra afloran materiales del edo. comprendidos entre el Triás Superior y el Cuaternario. El Triás está formado por secuencias de areniscas, arcillas y yesos; localmente presentan dolomías, ofitas y niveles de sal. En

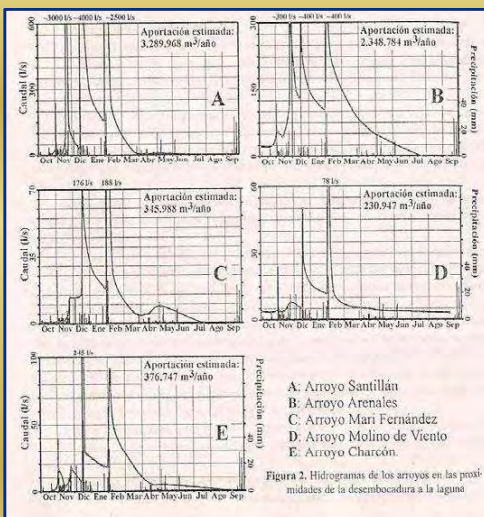
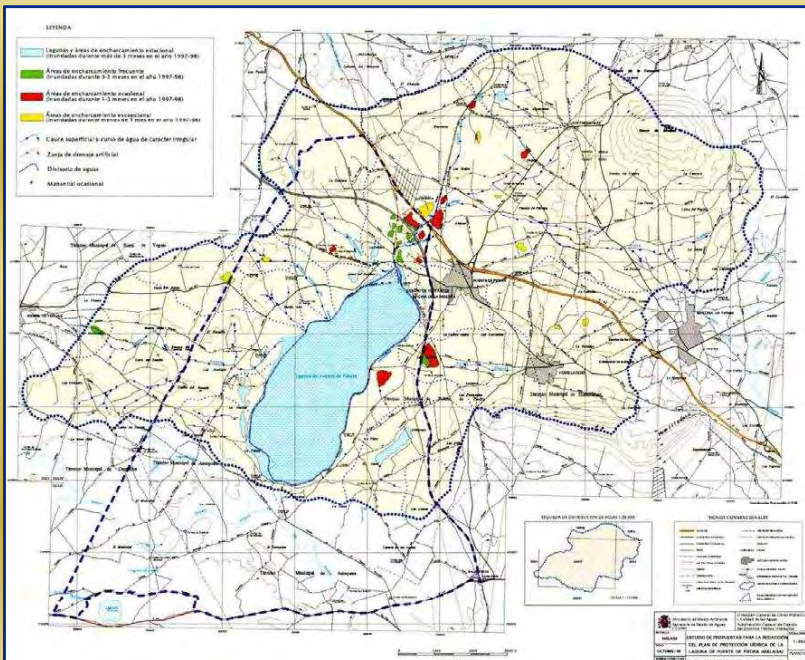
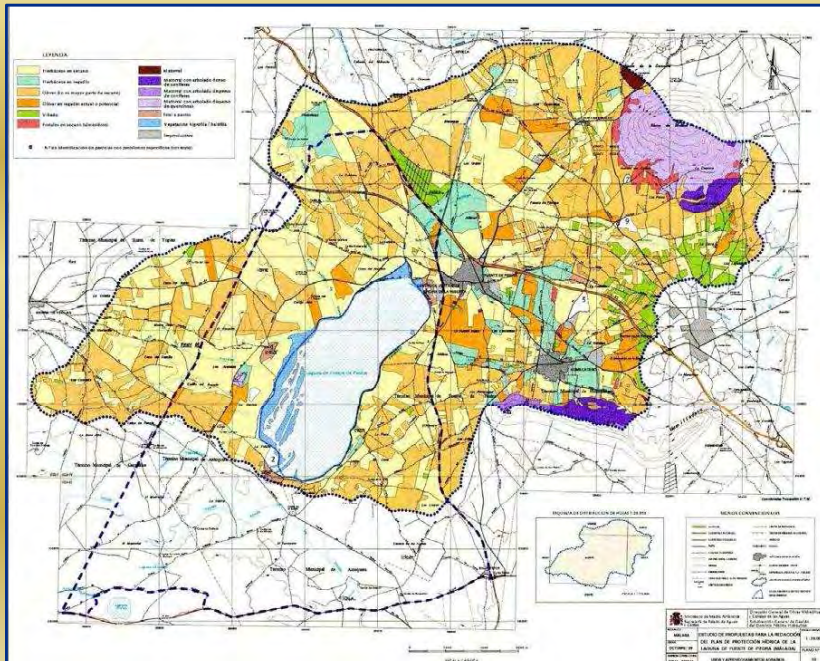


Figura 2. Hidrogramas de los arroyos en las proximidades de la desembocadura a la laguna

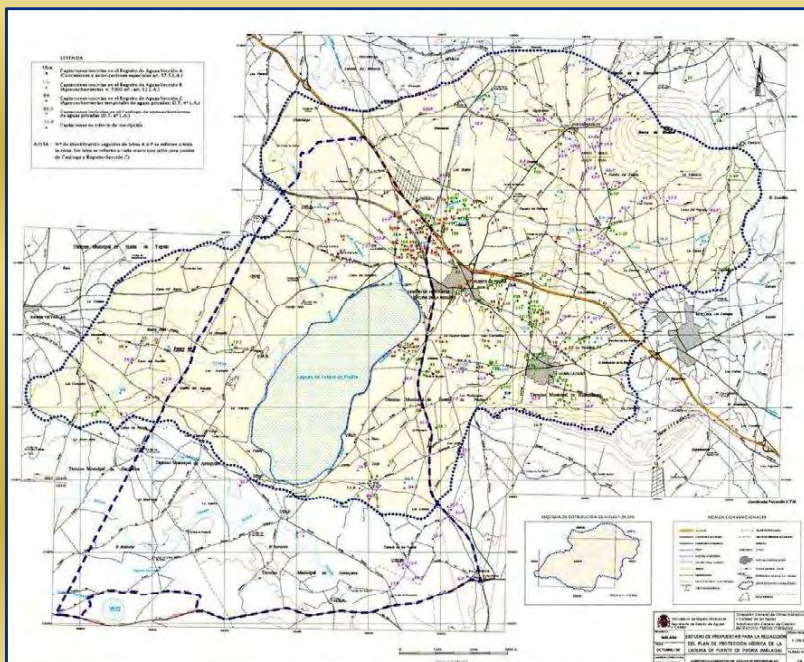
Cartografía de zonas inundables



Cartografía de cultivos

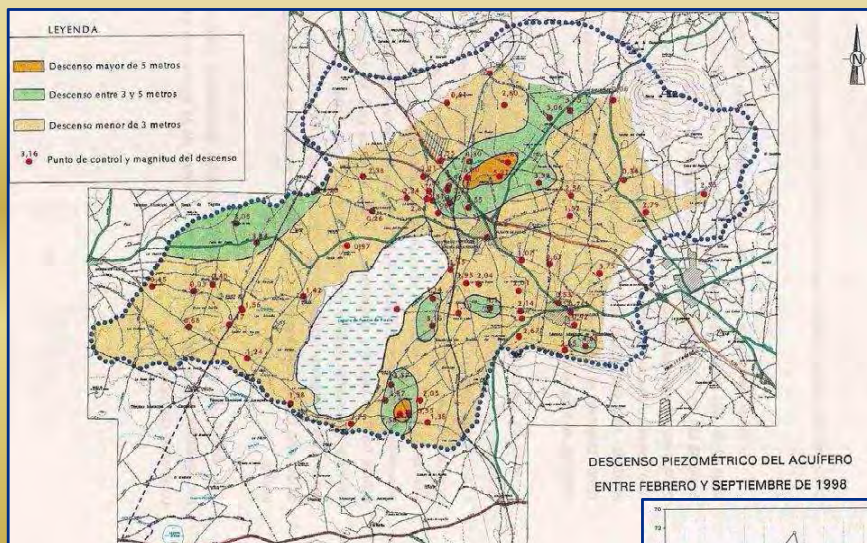


Inventario y localización de aprovechamientos inscritos en CHSE

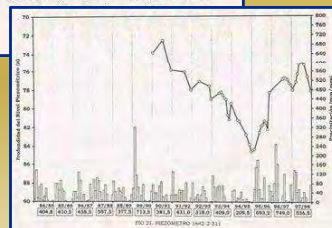


Aprovechamiento de aguas subterráneas en la cuenca de Fuente de Piedra (CHSE)

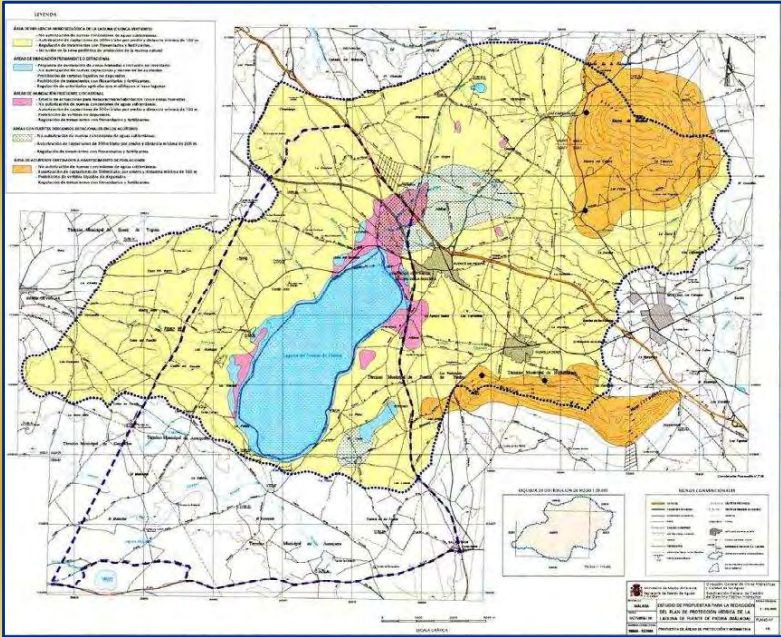
Municipio	Catálogo		Registro Sección A		Registro Sección B		Registro Sección C		Pendientes Inscripción		Total	
	Nº	m³/año	Nº	m³/año	Nº	m³/año	Nº	m³/año	Nº	m³/año	Nº	m³/año
Fuente de Piedra	62	2.015.887	2	420.432	4	10.340	68	1.652.764	24	131.350	160	4.230.773
Humilladero	27	2.547.775	-	-	7	24.048	8	222.170	13	46.012	55	2.840.005
Mollina	19	1.512.792	-	-	3	9.575	-	-	27	548.560	49	2.070.927
Sierra Yeguas	2	38.920	-	-	1	2.070	4	67.082	3	12.980	10	121.052
Total	110	6.115.374	2	420.432	15	46.033	80	1.942.016	67	738.902	274	9.262.757



Descensos piezométricos en áreas con fuertes bombeos



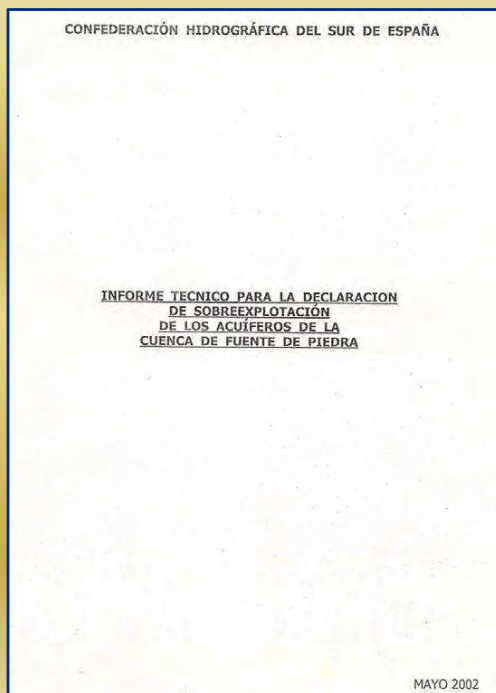
Zonificación de la cuenca (definición de áreas de protección)



Propuesta de normativa y limitaciones

Cuadro nº 21		ÁREAS DE PROTECCIÓN				
PROPUESTA DE NORMATIVA Y LIMITACIONES EN ÁREAS DE PROTECCIÓN		ÁREA DE INFLUENCIA HIDROGEOLÓGICA DE LA LAGUNA (CUENCA VERTIENTE)	ÁREAS DE INUNDACIÓN PERMANENTE O ESTACIONAL	ÁREAS DE INUNDACIÓN FRECUENTE O OCASIONAL	ÁREAS CON FUERTES DESCENSOS ESTACIONALES EN LOS ACUÍFEROS	ÁREAS CON ACUÍFEROS DESTINADOS A ABASTECIMIENTO DE POBLACIONES
PROPUESTA DE NORMATIVA - LIMITACIONES	No otorgar nuevas concesiones de aprovechamiento de aguas subterráneas					
	Autorizar sólo nuevas captaciones de 500 m ³ /año por predio con distancia de 100m. entre captaciones					
	No autorización de nuevas captaciones y rescate de las existentes					
	Autorización de captaciones de hasta 500 m ³ /año a 200m. de otra preexistente					
	Prohibición de vertidos líquidos no depurados					
	Regulación de tratamientos con fitosanitarios y fertilizantes					
	Prohibición de tratamientos con fitosanitarios y fertilizantes					
	Inclusión en la zona periférica de protección de la Reserva Natural					
	Propuesta de declaración como zonas húmedas e inclusión en el inventario					
	Regulación de actuaciones que modifiquen el vaso lagunar					
	Estudio de actuaciones para restauración/ rehabilitación como zonas húmedas					

- **El Pleno del Patronato de la Reserva Natural de la Laguna de Fuente de Piedra, en reunión celebrada el 5 de julio de 2001, acuerda por unanimidad solicitar a la CHSE que inicie los trámites para declarar en riesgo de sobreexplotación los recursos hídricos de la cuenca**



2002



Referencia:

Fecha: 11 de agosto de 2003

INFORME

DECLARACIÓN DE SOBREEXPLOTACIÓN DE LOS ACUÍFEROS DE LA LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA

La Confederación Hidrográfica del Sur solicitó al Instituto Geológico y Minero de España, con fecha 31 de mayo de 2002, la emisión de un informe en relación con la situación de los acuíferos relacionados con la Laguna de Fuente de Piedra, con vistas a la tramitación de la declaración de sobreexplotación de los mismos. A tal efecto, se adjuntaba a la solicitud el documento: *Informe Técnico para la declaración de sobreexplotación de los acuíferos de la cuenca de Fuente de Piedra*, suscrito por el Jefe del Área de Gestión del Dominio Público Hidráulico en mayo de 2002.

El presente Informe se emite de conformidad con lo previsto en el art. 171.4 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico (según la nueva redacción de dicho artículo establecida en el RD 506/2003, de 23 de mayo, que modifica el citado Reglamento), y en cumplimiento de la disposición adicional 4ª del Texto Refundido de la Ley de Aguas, que encomienda al IGME el asesoramiento técnico a las Administraciones públicas en materia de aguas subterráneas.

Su contenido se basa en la información hidrogeológica disponible en este Organismo, así como en la bibliografía existente sobre el tema, de ella, además del citado *Informe Técnico* aportado por la Confederación, se han consultado principalmente cinco trabajos:

IGME, 2003. *Evolución piezométrica de la Laguna de Fuente de Piedra*. 45 p. Informe interno.
IGME, 2002. *Situación técnica de la Laguna de Fuente de Piedra*. 231 p. Informe interno.
DGOHCA, 2000. *Propuestas para la reducción del plan de protección técnica de la Laguna de Fuente de Piedra*. 4 vol. Informe interno.
IGCE, 1988. *Antropología de la Reserva Natural de la Laguna de Fuente de Piedra*. 75 p. ISBN: 84-284-334-5.
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ, 1992. *Geología de la Laguna de Fuente de Piedra*. Tesis doctoral. Universidad de Cádiz.

Atendiendo a esos antecedentes, se proponen las siguientes consideraciones y sugerencias sobre el asunto solicitado:

PRIMERO. Asociación de la Laguna de Fuente de Piedra con los acuíferos de su entorno

La vinculación entre la Laguna de Fuente de Piedra y los acuíferos de su entorno queda claramente establecida en los estudios hidrogeológicos realizados en la zona. Según los diversos balances hídricos efectuados, la aportación de agua subterránea supone, para un año medio, cerca del 40% de la alimentación total que recibe la Laguna, procediendo el resto de escorrentía superficial y de la precipitación directa sobre la Laguna. En años secos la dependencia de las aportaciones subterráneas aumenta considerablemente, alcanzando hasta un 65%.

SEGUNDO. Delimitación de la unidad hidrogeológica afectada

Los acuíferos del entorno de la Laguna de Fuente de Piedra quedan englobados en una de las unidades hidrogeológicas establecidas en el Plan Hidrológico de la cuenca del Sur, concretamente en la denominada 06.34 Fuente de Piedra. La delimitación de dicha Unidad no se incluyó expresamente en el Plan de cuenca, sino que se adoptó la del estudio. Unidades hidrogeológicas de la España continental: *Atlas Geológico* (DGOH-IGME 1998). En relación con dicha delimitación, se propone:

- Revisar los límites de la U.H. 06.34 fijos en el citado estudio DGOH-IGME. Por una parte, hay evidentes errores mecanográficos en la transcripción de las coordenadas de los vértices de la poligonal. Además, conviene estudiar la segregación del sector NE de la U.H. 06.34, tal como fue definida, para anexionarlo a la U.H. 06.33 Llanos de Antequera-Archidona, con lo que podría tener mayor relación.

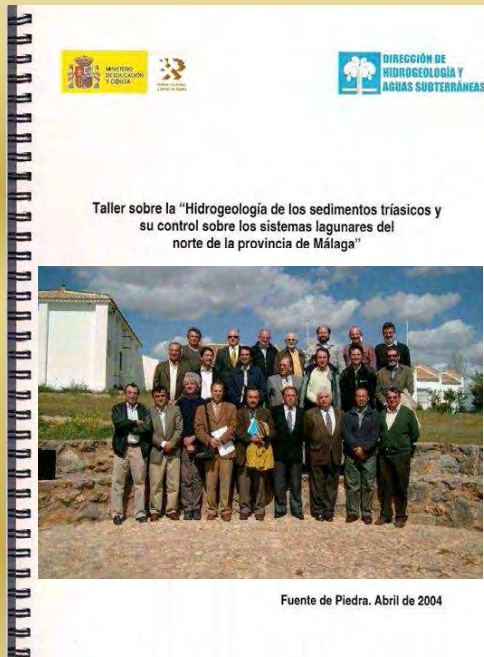
2003

BOLETÍN OFICIAL DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA — 16 de junio de 2005

ANUNCIO: Acuerdo resolución de la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Sur sobre declaración provisional de sobreexplotación de los acuíferos de la cuenca de Fuente de Piedra (Málaga).

Por la Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Sur, recordando el acuerdo adoptado en Junta de Gobierno de fecha 29 de diciembre de 2004, y de conformidad con lo establecido en el artículo 56.1 del texto refundido de la Ley de Aguas, Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, se dictó resolución declarando provisionalmente sobreexplotados los acuíferos de la Cuenca de Fuente de Piedra (Málaga) resolución que más adelante se transcribe y se publica de

2005



2004

INVESTIGACIONES RECIENTES DEL IGME (2004-2009)

Objetivos

- Avanzar en el conocimiento del modelo conceptual del sistema hidrogeológico
- Identificar el modelo genético-evolutivo de las salmueras
- Desarrollar un modelo numérico del sistema hidrogeológico para contribuir al conocimiento y a la gestión sostenible de la cuenca

TRABAJOS REALIZADOS (IGME 2004-2009)

- 10 Sondeos de investigación (950 m)
- Geofísica: sondeos electromagnéticos, tomografía eléctrica
- Ensayos de flujo en pozos con trazador radiactivo
- Estudios isotópicos de aguas subterráneas
- Análisis de datos climatológicos para identificación de ciclos recientes (1950-2008)
- Muestreo de sedimentos lagunares para estudio paleoclimático
- Modelización matemática del funcionamiento y del balance hídricos

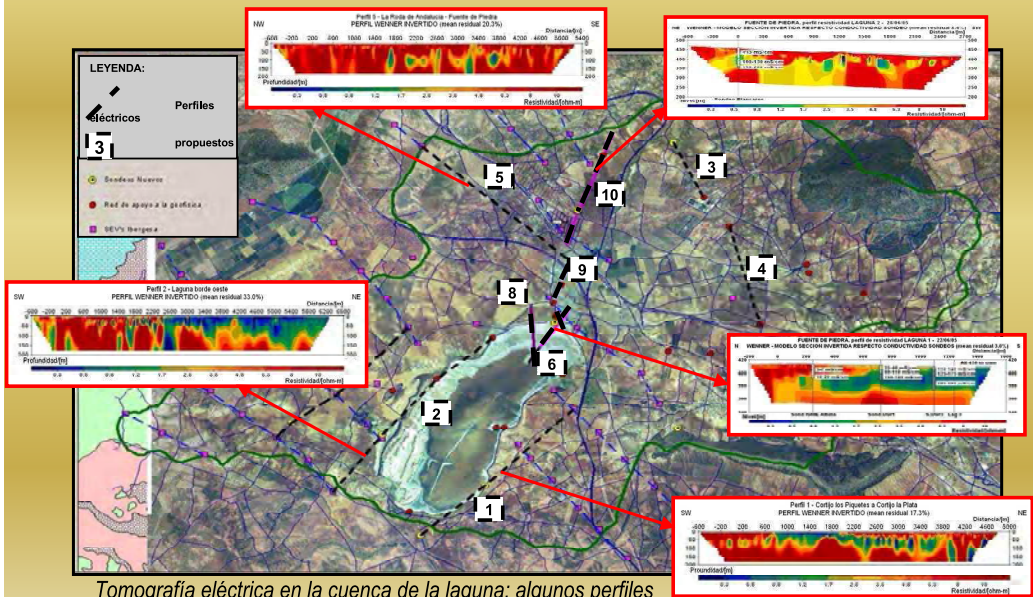
Sondeos de investigación



Localización de sondeos



Tomografía eléctrica



Tomografía eléctrica en la cuenca de la laguna: algunos perfiles

Estudios de isótopos en aguas subterráneas

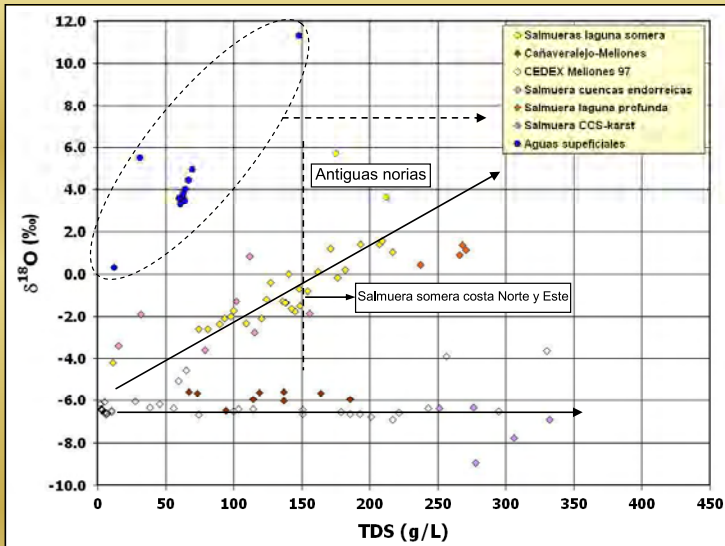
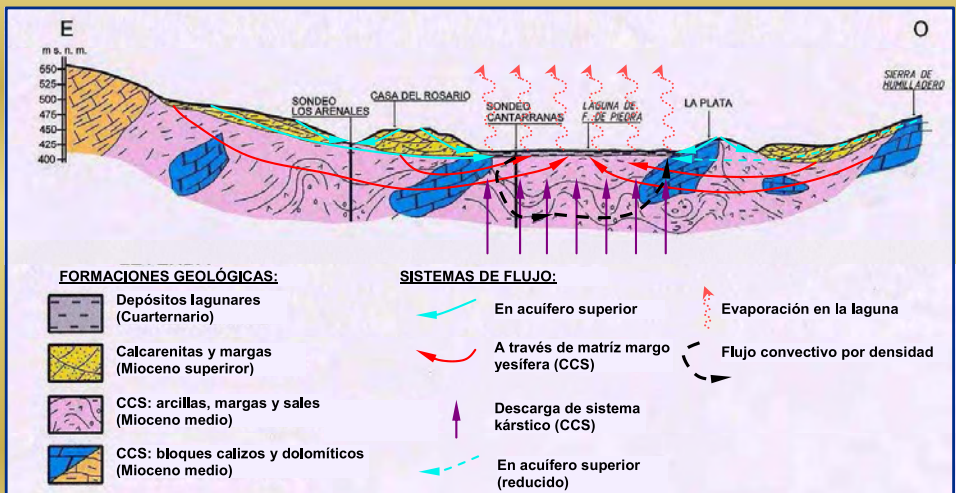


Diagrama $\delta^{18}\text{O}$ -TSD (g/L)

Caracterización isotópica (^{18}O) e hidroquímica (Total de Sólidos Disueltos, TSD) de las aguas y salmueras presentes en la cuenca y de las salmueras de los manantiales hipersalinos de la cuenca del río Guadalquivir (Mellones y Cañaveralajo)

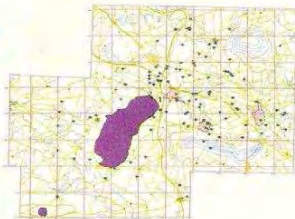
Modelo conceptual del sistema hidrogeológico



Informes del IGME al Patronato de la R. N.

EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA DE LA LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA

Años 2003-2005



INFORME NÚMERO 3
IGME. Febrero 2006



MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



Instituto Geológico
y Minero de España



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

Nota técnica nº 410

ESTUDIO SOBRE LA SITUACIÓN ACTUAL
DEL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DE LA
TIERRA DE HUMILLADERO (MÁLAGA)

EXPEDIENTE Nº

ORGANICA Nº

PROGRAMA Nº

CONCEPTO Nº



Secretaría de Estado de Agua y Costas
Ministerio de Medio Ambiente

Homenaje a Manuel del Valle Cardenete

EL SISTEMA HIDRICO DE LA LAGUNA DE FUENTE DE PIEDRA SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS

F. Catalán¹, L. Linares ¹, J.A. López-Geta², J.C. Rubio³, J.L. Rodríguez Padilla²,
G. Fernández del Río³, B. Andreo⁴, F. Carrasco⁴, J. Benavente⁵,
C. Almécija⁶, M. Rendón⁶

¹INIMA, ²IGME, ³MP Medio Ambiente, ⁴Universidad Málaga, ⁵Universidad Granada, ⁶Junta Andalucía

Resumen

A continuación se describen los rasgos fundamentales del sistema hídrico en relación con la Laguna de Fuente Piedra, la situación actual y el futuro que se presenta para la conservación y gestión del espacio natural en relación con los aspectos hidrogeológicos.

Palabras clave: hidrogeología, Fuente de Piedra, conservación.

INTRODUCCIÓN

Es obligado, en esta síntesis del sistema hídrico de la laguna de Fuente de Piedra, mencionar la estrecha vinculación que M. del Valle tuvo con este espacio natural.

Manolo impulsó la realización y fue el director del trabajo del IGME en el que se definieron por primera vez las características hidrogeológicas y el funcionamiento de este sistema hídrico.

También fue el primer coordinador de la Comisión Técnica de Aguas creada en el seno del Patronato de la Reserva Natural de la Laguna como órgano de asistencia y asesoramiento para las cuestiones relacionadas con los aspectos hídricos, desempeñando esta labor hasta marzo de 1987.

A su muerte, 14 años más tarde, el trabajo desarrollado por Manolo permanecía aún en el recuerdo de los miembros del patronato de la Reserva Natural que, en el pleno celebrado el 4-12-2001 le rindieron un pequeño homenaje de agradecimiento por su dedicación y contribución al conocimiento de este espacio natural.

Las que compartimos con él la preocupación por proteger y conocer esta bella purja, mantendremos siempre vivo el recuerdo entrañable de su compañía en las jornadas de trabajo en Fuente de Piedra.



GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN