



Martos Rosillo, S.; Fornés Azcoiti, J.M.; Jiménez-Sánchez, J., Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Huelva)*.



PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

HU-12 FUENTE DEL CAMPING (PATRIMONIO)



HU-12 Fuente del Camping (Patrimonio)

Dirección y coordinación: Estirado Oliet, M.; Rubio Campos, J.C.; Espina Argüello, J.; García Padilla, M.; Fernández-Palacios Carmona, J.M.; Cañizares García, M.I.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

1.- SITUACIÓN Y USOS DEL AGUA

El manantial de la Fuente del Patrimonio, también denominada como Fuente del Camping, con número de registro nacional del IGME 103770051 y referencia HU12 en el Plan de Conservación de manantiales, está situado al suroeste de la localidad de Fuenteheridos y queda incluido en su término municipal. Presenta las siguientes coordenadas UTM:

$$\begin{aligned} X &= 176.950 \\ Y &= 4.201.015 \\ Z &= 740 \text{ m s.n.m.} \end{aligned}$$

Se ubica en la hoja nº 917 (escala 1:50.000), en la hoja nº 917-IV (escala 1:25.000) y en la hoja nº 917-33 (escala 1:10.000).

Para acceder a este manantial se debe tomar la carretera que une Fuenteheridos con Castaño del Robledo. Frente a la entrada del camping de Fuenteheridos, se inicia un camino que no está asfaltado que nos permite llegar hasta la surgencia. Esta queda en una pequeña hondonada y surge a modo de ojo, para descargar sus aguas en un pequeño barranco que nace a sus pies. Sus aguas se utilizan para regadío.

Este manantial está ubicado en el sector occidental de la Sierra de Aracena, dentro del Parque Natural de S^a Aracena y Picos de Aroche, y pertenece a la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, en concreto a la Masa de Agua Subterránea Aroche-Jabugo (MASb 041.019).



Fuente del Patrimonio (Sergio Martos Rosillo)

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

Plano de situación realizado en ARCMAP:

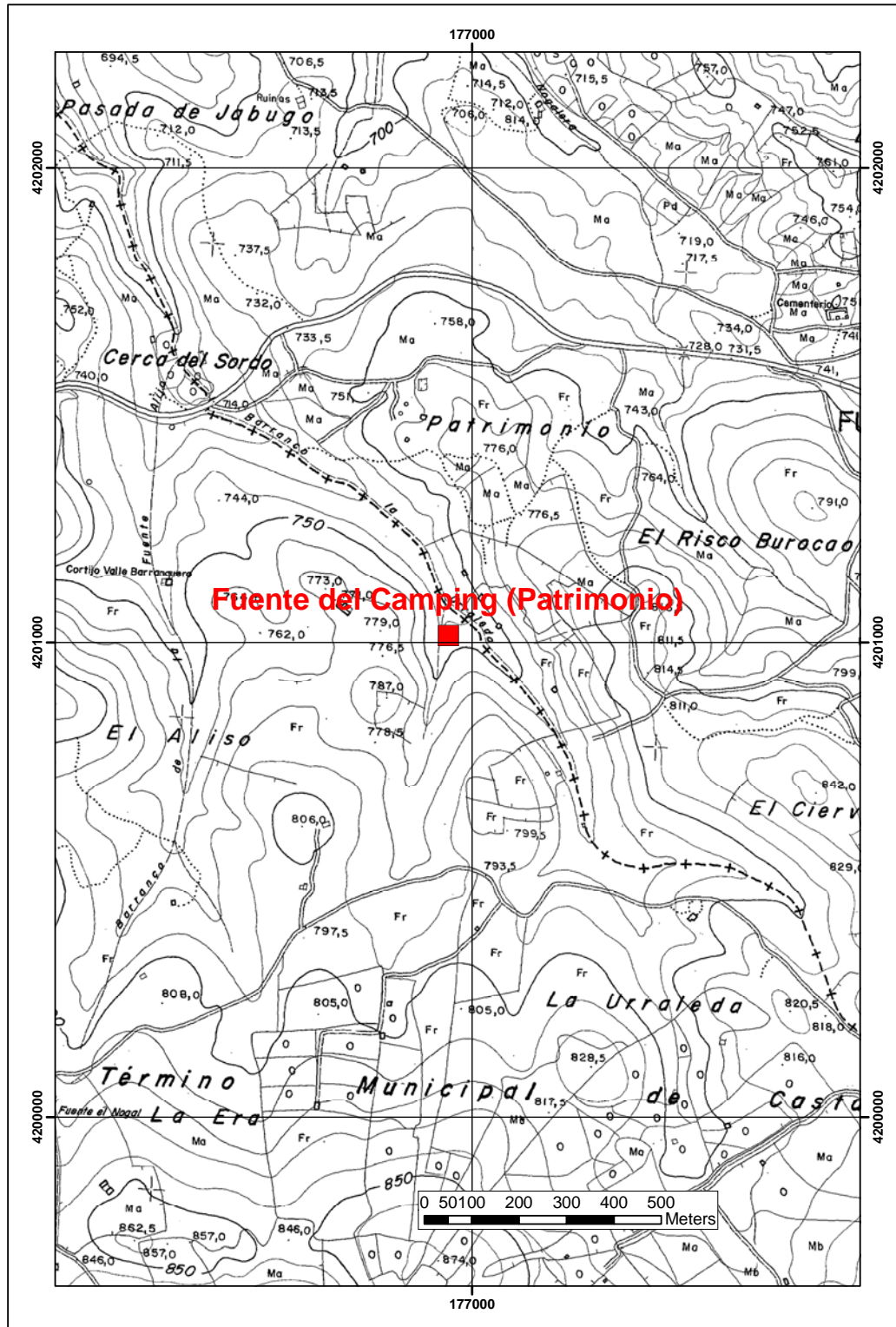


Figura 1: Plano de situación topográfico. Escala original 1:10000

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

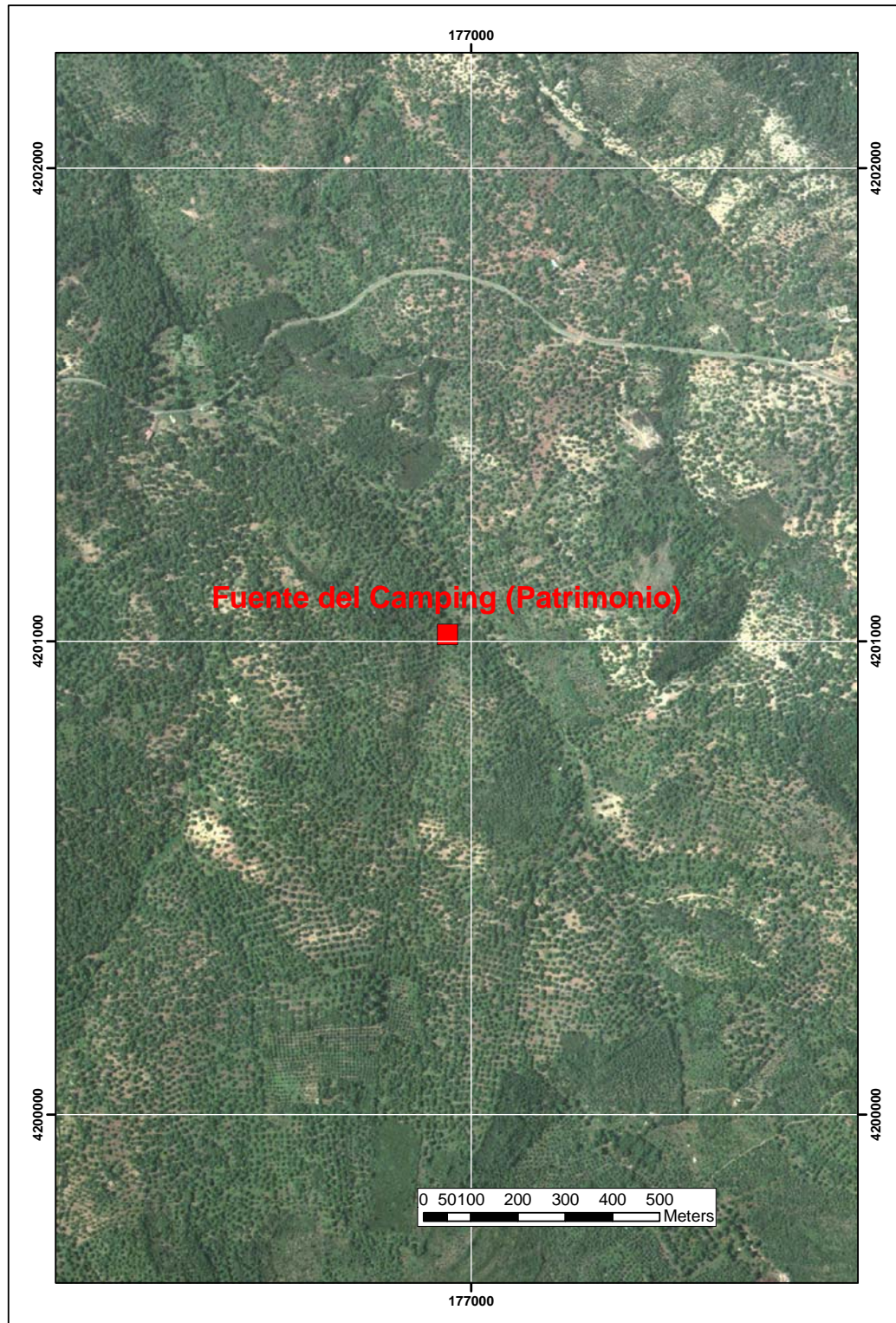


Figura 2: Plano de situación ortofoto. Escala original 1:10000

2.- REFERENCIAS HISTÓRICAS

Las referencias históricas se recogen de la Web:

<http://www.andaluciarustica.com/fuenteheridos.htm>

En la zona de Fuenteheridos, hay indicios y restos del período musulmán en el Cerro Castillejo, que bien podría haber sido fortín. Con la llegada del dominio cristiano, a partir del segundo tercio del s. XIII, comienzan las noticias de Fuenteheridos. Si bien la conquista de las plazas fuertes de Aracena y Aroche fue realizada por el reino de Portugal, pronto pasarán a manos castellanas.



Fuenteheridos a finales de siglo XIX y principios de siglo XX

Todo el ámbito serrano giró hacia un proceso de castellanización que sólo algunos núcleos de población eludieron, como es el caso de Fuenteheridos, cuya repoblación correspondió a León desde mediados del siglo XIII. En torno a donde brotaba más agua, la Fuente de los Doce Caños, decidieron cimentar las primeras piedras de lo que sería el pueblo de Fuenteheridos. Después de la conquista, Fuenteheridos se convirtió en tierra de realengo, perteneciente a la ciudad de Sevilla, siendo el monarca el verdadero titular de la villa. Este status perduró hasta mediados del siglo XVI, cuando don Fadrique Enrique de Rivera, duque de Alcalá, en 1559, compró los lugares de Galaroza, en los que se incluía las aldeas de Fuenteheridos y Alájar, manteniendo su jurisdicción señorial hasta 1621. En el siglo XVII y los primeros años del XVIII, Fuenteheridos tiene historia común con Galaroza, de la que depende administrativa-mente, aunque cada vez más, quedará bajo los designios de Aracena. En 1621, estas tierras formarán parte de la jurisdicción señorial del Conde-Duque de Olivares. Pasa a depender desde 1645 del Marqués de Astorga o Conde de Altamira, hasta su disolución en 1812, época de desamortizaciones y liberalismo. Previamente, en 1716, Fuenteheridos obtendría el derecho de villazgo y la independencia de Galaroza, convirtiéndose en villa realenga, dependiente de nuevo de Sevilla. Los datos escritos más antiguos donde se cita a Fuenteheridos se remontan al año 1685 y aparecen en un libro de informes del Estado de las Vicarías existente en el Archivo del Palacio Arzobispal de Sevilla. Durante la primera mitad del siglo XIX, gozaron de mucha fama sus canteras de mármol, que tenían como principal destino la ciudad de Sevilla, explotación interrumpida antes de que acabara la mitad del siglo, debido a las dificultades y condiciones de la accesibilidad y del transporte.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

3.- FLORA Y FAUNA ASOCIADA

Las referencias sobre flora y fauna se recogen en el documento (IGME-AAA, 2010).

Las principales formaciones vegetales presentes actualmente en el Parque son las dehesas, que ocupan grandes extensiones en las zonas de pendientes suaves y moderadas, con diversos grados de cobertura, compuestas principalmente por encinas y alcornoques. Los castañares están localizados fundamentalmente en la zona central del Parque donde predomina el castaño, especie caducifolia asilvestrada que le confiere a estos bosques un gran interés paisajístico. Existen también formaciones boscosas compuestas por encinas, alcornoques, quejigos y algunos rodales de melojos. La vegetación de ribera se distribuye por todo el Parque y está asociada a los cursos de agua, con presencia de estrato arbóreo (alisedas, fresnedas, choperas y otras) y/o estrato arbustivo (adelfares, tarajales y otros). También se pueden encontrar formaciones de matorral en las áreas de fuertes pendientes, o en aquellas zonas con suelos pobres y degradados, pastizales y cultivos forestales de eucaliptos y pinos.



Dehesa de alcornoques (*Quercus suber*) (IGME-AAA, 2010)



Castañar en invierno (*Castanea sativa*) (IGME-AAA, 2010)

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

La abundancia de fuentes y manantiales en el Parque ha favorecido la presencia de numerosas comunidades vegetales acuáticas, cuyas especies varían según las características hidrodinámicas e hidroquímicas de las surgencias.



Culantrillo de pozo (*Adiantum capillus-veneri*) (IGME-AAA, 2010)

En cuanto a la fauna, la diversidad de hábitats acuáticos presentes en el Parque ha posibilitado la existencia y conservación de numerosas especies de invertebrados y vertebrados. Por su riqueza en endemismos peninsulares y en ictiofauna, los cursos de agua más destacados son las Riveras de Cala y del Múrtigas y el Arroyo del Sillo, hasta el punto de haber sido declarados *Aguas Importantes para la Ictiofauna Indígena Europea*. En ellos habitan varias especies de barbos, cachos, calandinos, jarabugos, bogas de río y anguilas. Abundan también anfibios como la rana verde y la de San Antón, varias especies de sapos y sapillos, la salamandra y el tritón verde, mamíferos como la nutria y el musgano de Cabrera, y aves como el mirlo acuático, martín pescador o el ruiseñor.



Martín pescador (*Alcedo apphis*) (IGME-AAA, 2010)

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

4.- CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO-GEOLÓGICO

El manantial de la Fuente del Camping, más conocida como Fuente del Patrimonio, está asociado al contacto perianticlinal del techo de la formación Aracena y de los primeros niveles carbonáticos de la base de la formación volcanosedimentaria, con las metavolcanitas. Este manantial está ubicado en el sector occidental de la Sierra de Aracena y pertenece a la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, en concreto a la masa de agua subterránea Aroche-Jabugo (MASb 041.019).

En el documento (IGME-DGA, 2010) se define el tramo alto del río Múrtigas (040.019.001) relacionado con el manantial que aquí se describe. Esta MAS perteneciente a la tipología “Ríos de Baja Montaña Mediterránea Silíceo” está identificada con el código 1221370.



Relieve alomado en la Sierra de Aracena. Vista desde Las Tobas (Higuera de la Sierra) (IGME-AAA, 2010)

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

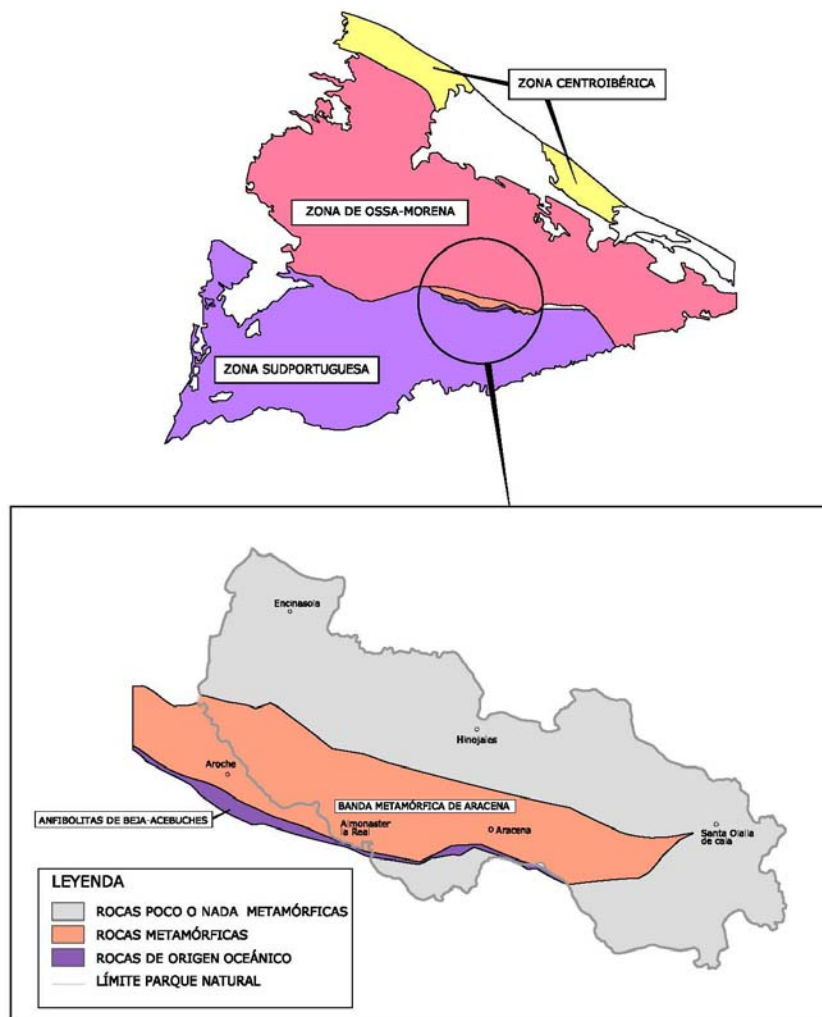


Figura 3: Esquema geológico simplificado de las Zonas de Ossa-Morena y Sudportuguesa. Principales tipos de rocas en el Parque Natural (basado en Vera, 2004 y en Fajardo y Tarín, 2004).

El Parque de Aracena está situado en la zona meridional de Sierra Morena Occidental, y en él se pueden encontrar materiales precámbricos, paleozoicos y granitos hercínicos, además de pequeños depósitos cuaternarios ligados fundamentalmente a la red fluvial actual (del Val *et al.*, 1998). La orografía de la región es bastante abrupta, con alineaciones montañosas asociadas a ciertas litologías, como las rocas carbonáticas o las volcanitas ácidas.

Las rocas carbonáticas que ocupan mayor extensión son las dolomías y las calizas marmorizadas del Cámbrico Inferior, con una potencia que está comprendida entre los 250 y los 400 m. Presentan karstificación funcional y han dado origen, en sus surgencias, a travertinos de gran espesor, como los de la Peña de Arias Montano, que han quedado colgados con respecto al nivel de disección fluvial actual, convirtiéndose en testigos de un sistema hidrogeológico de mayor importancia que el actual.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

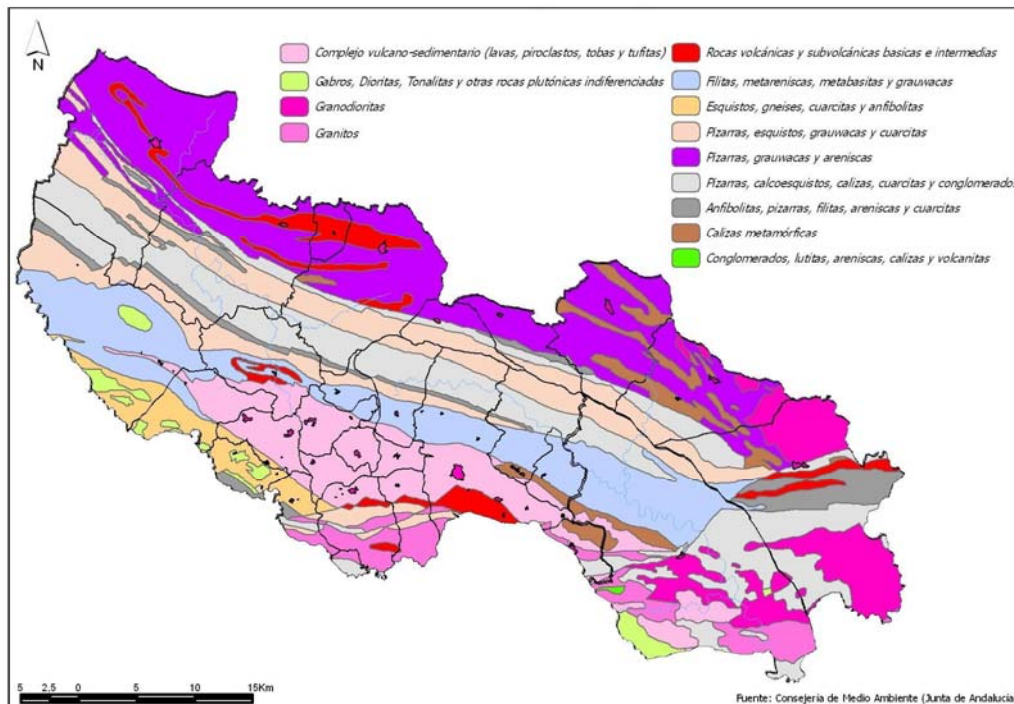


Figura 4: Mapa litológico del ámbito del Parque Natural (IGME-AAA, 2010)

Desde el punto de vista geomorfológico, el relieve actual del Parque es el resultado de dos procesos erosivos diferentes: por un lado, la acción erosiva de los cursos de agua que han segmentado el relieve mediante valles encajados, con una topografía escarpada y pendientes abruptas, y por otro, la erosión diferencial que ha actuado suavizando los materiales más blandos y resaltando los de mayor dureza. Estos materiales resistentes constituyen, en la actualidad, los relieves más altos del Parque, como las Peñas de Aroche, compuestas por rocas ácidas, granitos fundamentalmente; la Sierra del Castaño donde destaca el Paraje Riscos Altos, formado por rocas plutónicas de composición granítica; o la cumbre que domina Alájar, formada por mármoles, rocas que provienen de unos sedimentos carbonáticos depositados en el fondo de los mares, y posteriormente compactados y metamorizados.

La erosión diferencial también ha dado origen al espectacular relieve que se puede observar en los denominados “batolitos”, formaciones graníticas de gran interés geomorfológico y paisajístico que afloran en los extremos del Parque: las Peñas de Aroche, el batolito de Santa Olalla del Cala y, en un recorrido de 40 km por el borde suroccidental de la comarca, el de Campofrío.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)



Batolito en Santa Olalla de Cala (IGME-AAA, 2010)

Así la geomorfología del Parque viene definida tanto por la litología como por la presencia de una importante red fluvial, consecuencia de las abundantes precipitaciones y de la existencia de un sustrato impermeable en muchas zonas del Parque, que favorece la escorrentía.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

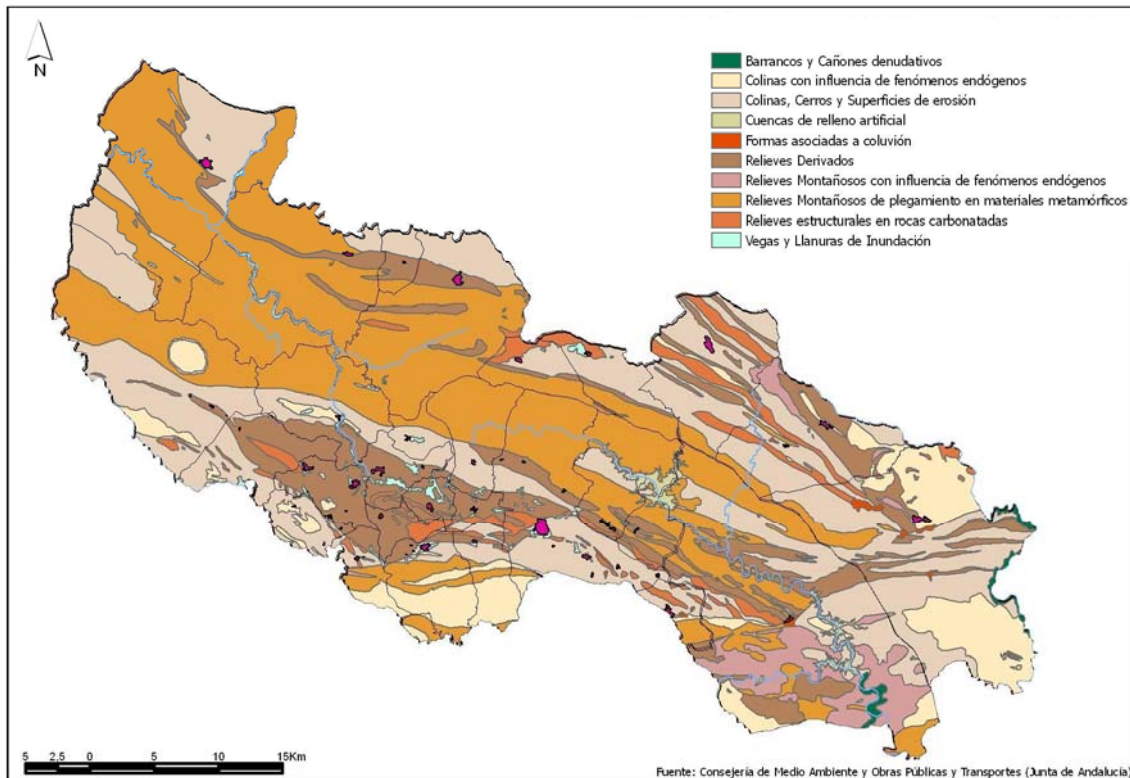


Figura 5: Mapa geomorfológico del ámbito del Parque Natural (IGME-AAA, 2010)

La presencia de niveles carbonatados cálcicos y/o magnésicos, además de la abundante vegetación y precipitaciones, favorece la formación de modelados típicamente kársticos. En el Parque Natural, las rocas carbonatadas que ocupan mayor extensión son las dolomías y las calizas marmorizadas del Cámbrico Inferior, con una potencia comprendida entre los 250 y los 400 m. Unido a la naturaleza caliza de los materiales, el clima, con precipitaciones medias anuales superiores a los 700 mm/año, ha propiciado el proceso de karstificación en gran parte del ámbito territorial del Parque.

Así, en la Sierra de Aracena existen formas exokársticas de lapiaz y dolinas, Campos de lapiaz tipo *Rundkarren* que se pueden observar en una zona anexa a la cantera de Aracena (N-433, tramo Aracena-Los Marines, en el trazado antiguo de la misma). También hay que destacar los acuíferos kársticos que han propiciado la formación de travertinos y tobas, de las que existen impresionantes muestras en el Parque, como son los *travertinos de la Peña de Arias Montano* en Alájar y los *travertinos de Zufre*, y *Las Tobas* en Higuera de la Sierra.

No obstante, lo más destacable del Parque son las numerosas formas endokársticas o subterráneas, de gran valor hidrogeológico, como cuevas o cavidades, consideradas como las entradas de los complejos sistemas kársticos laberínticos. El caso más singular lo constituye la *Gruta de las Maravillas* en Aracena, de gran interés turístico y con gran riqueza de endoformas.

El ámbito territorial del Parque está surcado por una intensa red hidrográfica superficial con valles alargados dispuestos en dirección preferente NO-SE, en concordancia con la dirección principal de las grandes estructuras geológicas. El régimen de estos cursos fluviales es el propio de la región mediterránea, con fuertes oscilaciones de caudal anuales, caracterizado por presentar un mínimo estival y un máximo invernal, e interanuales.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

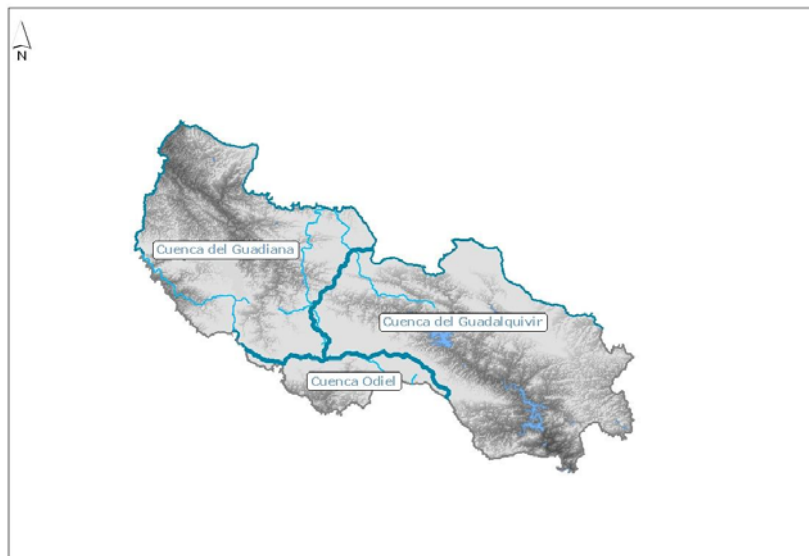


Figura 6: Cuencas hidrográficas (IGME-AAA, 2010)

Actualmente, los cursos de agua que discurren por el Parque, donde tiene origen la mayoría de los ríos de la provincia de Huelva y una parte importante de los de Sevilla, están distribuidos en tres cuencas hidrográficas:

- Cuenca del Guadalquivir, que recoge las aguas de la parte oriental del Parque que vierten a la Rivera de Huelva y a su afluente principal Rivera del Cala. En el ámbito de Parque incluido en esta cuenca, se localizan el embalse de Aracena y el embalse de Zufre, con una capacidad de 128 hm³ y 168 hm³ respectivamente, cuyo uso se destina al abastecimiento de Sevilla y su área metropolitana. La regulación que se hace en estos embalses influyen de manera notable en el régimen natural de funcionamiento de las Riveras de Huelva y de Cala.
- Cuenca del Guadiana, que recoge las aguas de la parte occidental del Parque en la cuenca de la Rivera del Múrtigas y de la Rivera del Chanza.
- Cuenca del Odiel, con escasa extensión en los límites del Parque Natural. Está constituida por la Rivera de Linares y la Rivera de Santa Ana, entre otras, que vierten sus aguas al Río Odiel.

Los dos grandes acuíferos kársticos del Parque son el acuífero de la Sierra de Aracena o de Galarozas-Zufre y el acuífero de Cañaveras-Santa Olalla. En ambos casos las formaciones permeables están formadas por calizas, dolomías y mármoles del Cámbrico (500 m.a.). Otras formaciones permeables, poco representadas en el Parque y que por tanto dan lugar a pequeños afloramientos acuíferos, las constituyen los materiales aluviales asociados a los principales cauces fluviales (río Múrtigas y Chanza) y las masas de travertinos, que afloran en lugares emblemáticos de este entorno, como son la localidad de Zufre y la Peña de Arias Montano, en Alájar.

También deben ser consideradas las amplias extensiones de afloramientos de materiales acuitados, fundamentalmente metavolcanitas, existentes en el Parque. Estas rocas almacenan agua pero no transmiten con dificultad, por lo que es muy difícil construir sondeos de explotación de aguas subterráneas que sean productivos. Sin embargo, hasta la fecha, muchas de las aldeas existentes en el Parque han sido abastecidas con captaciones en estos materiales. Cabe destacar la presencia de un buen número de perforaciones mixtas, consistentes en un pozo central al que se le añaden unos drenes

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

horizontales, con los que se busca interceptar el mayor número de fracturas verticales y la zona de alteración superficial de este tipo de rocas. Por otro lado, estas formaciones descargan de forma continua, mediante un efecto denominado “goteo” a las formaciones acuíferas con las que contactan y a los ríos que las interceptan y contribuyen, por la gran extensión de sus afloramientos, al mantenimiento de los caudales de drenaje de ríos y manantiales, en los periodos secos.

El acuífero de la Sierra de Aracena o de Galaroza-Zufre donde se sitúa la Fuente del Patrimonio, consiste en un conjunto de modestas elevaciones, formadas por rocas carbonáticas, que culminan en el vértice del Pico del Castaño (962 m s.n.m.). Asociados a este acuífero existen dos cauces de caudal permanente, la Rivera del Múrtigas y el arroyo de la Fuente del Rey.

Este acuífero está formado por rocas metamórficas, afectadas por un metamorfismo de alta temperatura y baja presión, que pertenecen a la conocida Banda Metamórfica de Aracena (BMA). En el sector donde se encuentra el acuífero, se distinguen distintas formaciones geológicas. Los materiales poco permeables situados bajo el acuífero carbonático de la Sierra de Aracena consisten en rocas metamórficas de la formación La Umbría (filitas, fundamentalmente), a las que se superponen dos niveles acuíferos: el inferior, constituido por unos 400 m de mármoles y calizas de la formación Aracena, y el superior, de tipo multicapa, formado por los mármoles dolomíticos y calizas de la formación Volcanosedimentaria. La suma de todos los niveles carbonáticos intercalados entre las metavolcanitas, de carácter acuitardo, puede llegar a superar los 300 m de espesor. La estructura general del acuífero corresponde a la de un gran anticlinal, retocado por fracturación con, al menos, cuatro familias de fracturas, las más importantes de dirección NO-SE a E-O y N60E.

Todo el perímetro del acuífero es cerrado al flujo subterráneo. El límite está definido por dos importantes fracturas. La fractura septentrional, de dirección aproximada E-O, y la fractura meridional, de igual dirección, que separa los dominios de Bajo Grado y Alto Grado de la BMA. El límite oriental del acuífero corresponde a la ruptura en la continuidad geométrica de los materiales acuíferos por desplazamientos provocados por una familia de fallas de dirección N60E.

La superficie total del acuífero es 166,6 km². En el acuífero afloran 16 km² de mármoles dolomíticos y calizas de las formaciones Aracena y Volcanosedimentaria y 7 km² de materiales acuíferos detríticos. El resto son afloramientos, mayoritariamente, de metavolcanitas.

Dos fallas, que pertenecen a la familia de fracturas N60E, impiden la conexión geométrica de los materiales permeables del acuífero, de forma que éste queda compartimentado en tres sectores con un funcionamiento hidrogeológico independiente (IGME-JA, 2006): el sector occidental, el central y el oriental.

- El sector occidental, donde se encuentra la Fuente del Patrimonio, tiene una superficie total de 120 km², de la que 7 km² corresponden a afloramientos carbonáticos permeables y 6 km² a materiales detríticos permeables, conectados hidráulicamente entre sí. La geometría de este sector del acuífero está condicionada por la estructura del anticlinal de Fuenteheridos – La Umbría, que consiste en un pliegue tumbado con inmersión hacia el NO. La alimentación del sector occidental del acuífero se produce por infiltración directa del agua de lluvia y, en épocas de estiaje acusado, algunos tramos del cauce de la Rivera del Múrtigas, pueden recargar al acuífero. La topografía de la zona, la existencia de distintos niveles acuíferos en la vertical y el encajamiento de la Rivera del Múrtigas, ocasionan la existencia de numerosos manantiales que surgen en el contacto entre las metavolcanitas y las rocas carbonáticas. Así, manantiales emblemáticos como los de la Peña de Arias Montano en Alájar, Fuente de los Doce Caños y Fuente del Patrimonio en Fuenteheridos y La Duquesa en Galaroza, están asociados al contacto del techo de la formación Aracena. Otros manantiales, situados a menor

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

cota, y con un régimen de funcionamiento independiente, están asociados a los niveles de calizas dolomíticas intercaladas en la formación Volcanosedimentaria (Fuente Santa y Fuente de Nuestra Señora del Carmen en Galaroza). El flujo subterráneo tiene componente NO en todo el sector acuífero, actuando en la Rivera del Múrtigas como colector de la descargas. Sin embargo, el tramo más meridional drena hacia el sur, hacia el manantial de la Peña de Arias Montano. “Los parámetros hidráulicos indican que se trata de un sector acuífero con una transmisividad moderada. La variabilidad de este parámetro corresponde con la de medios hidráulicamente muy heterogéneos, mientras que la distribución espacial permite comprobar que la transmisividad es mayor en zonas de fractura. La información disponible no permite comprobar diferencias evidentes entre zonas de recarga y zonas de descarga. (...). Los materiales carbonáticos de este sector occidental del acuífero de la Sierra de Aracena, presentan un comportamiento hidrodinámico variado. Éste es de tipo kárstico en los manantiales situados a mayor cota en cada sistema carbonático, y más inercial en los manantiales de base ” (IGME-JA, 2006).

ACUÍFERO DE LA SIERRA DE ARACENA

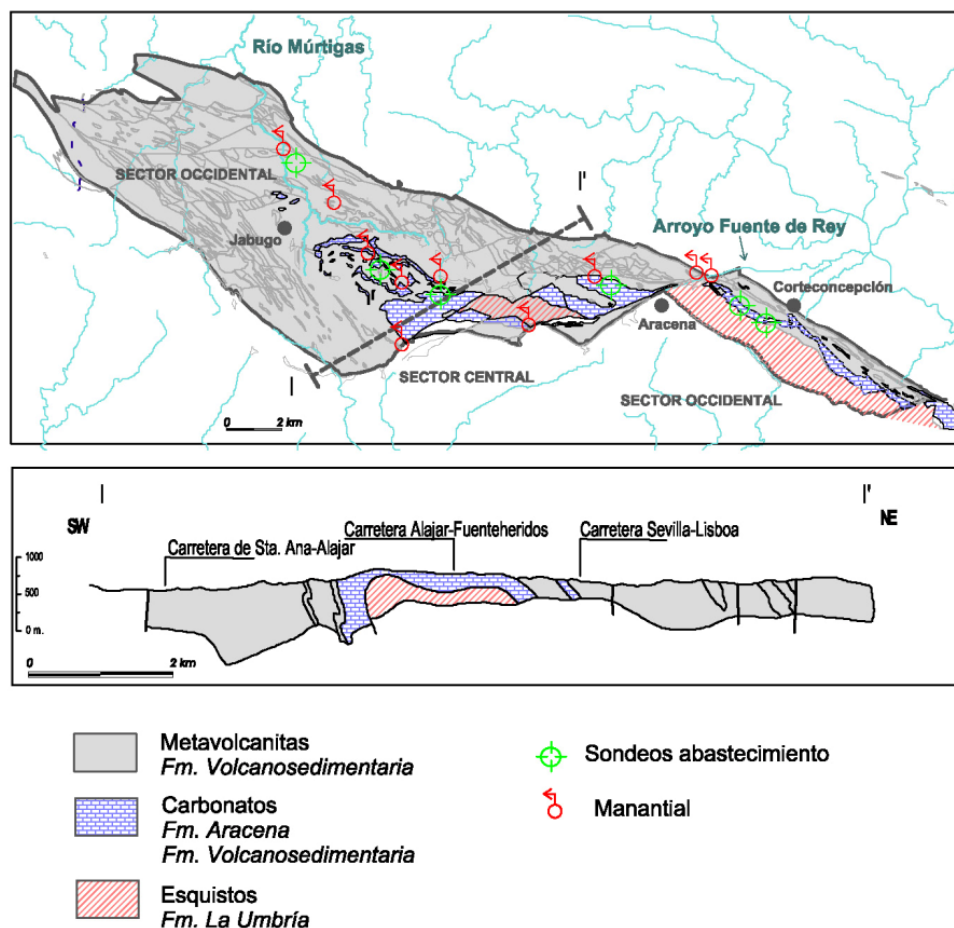


Figura 7: Mapa hidrogeológico y corte hidrogeológico del acuífero de la Sierra de Aracena (Martos-Rosillo *et al.*, 2006)

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

5.- EVOLUCIÓN HIDRODINÁMICA E HIDROQUÍMICA

Los acuíferos que se encuentran en el Parque se ven influenciados por el régimen de precipitaciones naturales que se registran en la zona. La presencia de numerosos afloramientos de materiales acuitados y de baja permeabilidad, favorece la existencia de cursos superficiales, si bien, otra parte importante de la fracción de lluvia termina recargándose en los acuíferos.

En el acuífero de la Sierra de Aracena o Galaroza-Zufre, no existen aportes de aguas laterales provenientes de otros acuíferos, ni otro tipo de aportes externos. En el estudio realizado por el IGME para la Agencia Andaluza del Agua (IGME-JA, 2006), se han incluido cálculos y estimaciones del balance hídrico para el periodo 2003-2005, entre el agua recargada y las salidas medidas en manantiales, ríos y pozos, ha permitido mejorar el balance de este acuífero, de forma que la recarga media anual que se produce sobre materiales permeables es de 8,8 hm³/año, de los que 2,9 hm³/año son captados mediante tomas directas en los manantiales y sondeos de abastecimiento, 1,9 hm³/año se drenan por manantiales y 4 hm³/año lo hacen hacia la Rivera del Múrtigas y hacia el arroyo de la Fuente del Rey. El balance hídrico para el periodo 2003-2005, sería el siguiente (IGME-JA, 2006):

	Sector Occidental	Sector Central	Sector Oriental	Total
Entradas				
Infiltración del agua de lluvia	5	2,5	1,3	8,8
Salidas				
Salidas hacia ríos	3,3	0	0,7	4
Salidas por manantiales	0,3	1,3	0,3	1,9
Salidas por bombeos + captaciones	1,4	1,2	0,3	2,9

Balance hídrico del acuífero de la Sierra de Aracena (cifras redondeadas en hm³/año)
(IGME-JA, 2006)

En un año medio y con la explotación actual, todos los sectores del acuífero son excedentarios, en lo que a recursos hídricos del sistema se refiere. En estos años y en los húmedos, se generan unos excedentes que dan lugar a un incremento en el almacenamiento de recursos en el acuífero. En los años secos, y sobre todo, cuando estos se presentan de forma continuada, se produce una disminución del drenaje subterráneo por manantiales y hacia los ríos, e incluso muchas fuentes llegan a secarse (IGME-JA, 2006).

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

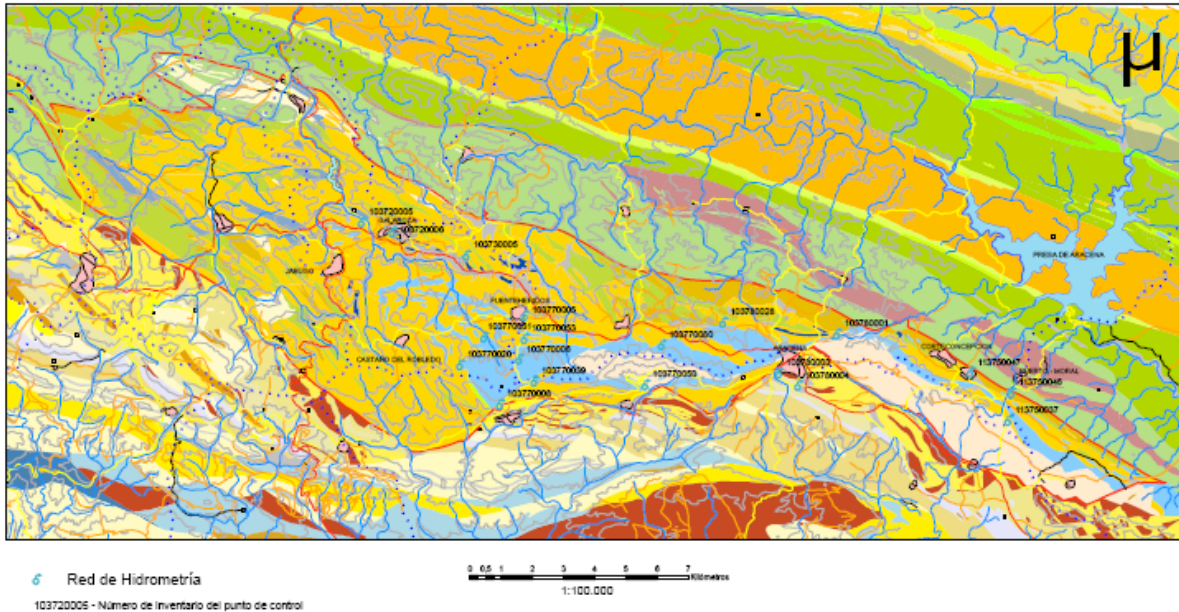


Figura 8: Red de control hidrométrico (IGME-JA, 2006)

El volumen drenado por el manantial de la Fuente del Patrimonio de Fuenteheridos (1037/7/0051) en el periodo 2003-2005, a partir de 34 medidas, es el siguiente (IGME-JA, 2006):

Mínimo (l/s)	0
Medio (l/s)	10
Máximo (l/s)	65
Coef. agotamiento	0,2090
Descarga 2003 (m ³)	?
Descarga 2004 (m ³)	286.654
Descarga 2005 (m ³)	0

La forma del hidrograma de la Fuente del Patrimonio, cuando éste está activo, es muy parecida a la del hidrograma del manantial de Fuenteheridos, con excepción de dos medidas realizadas al comienzo del periodo de control, que pueden ser erróneas debido a que los aforos se hicieron en una zona con aportes de aguas de escorrentía superficial. Sin embargo, su caudal medio (10 l/s) es menor, y su coeficiente de agotamiento (0,2) es mayor. Este manantial es uno de los más altos de la Sierra y uno de los que más rápido se agota en los periodos secos (IGME-JA, 2006).

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

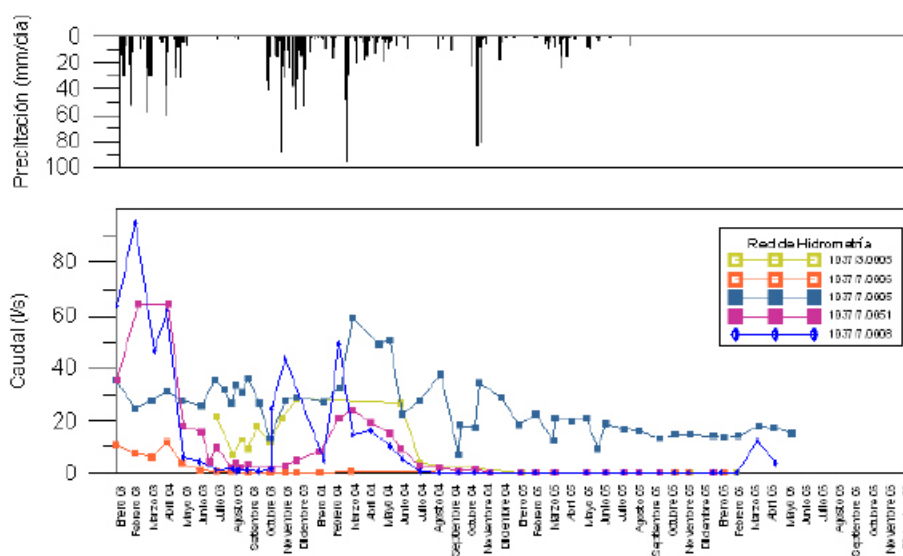


Figura 9: Precipitación media diaria de las estaciones de Galaroza, Aracena Segunda, Alájar y Puerto Moral e hidrogramas de los manantiales de Fuenteheridos (1037/7/0005), Peña de Arias Montano (1037/7/0008), Fuente de Patrimonio (1037/7/0051), el Agrión (1037/3/0005) y Fuente Cimbrera (1037/7/0006) (IGME-JA, 2006)

Se han representado en un diagrama, los valores de coeficiente de agotamiento y la relación $Q_{\text{máximo}}/Q_{\text{medio}}$ de algunos manantiales. En el punto de intersección de ambos coeficientes, se ha dibujado un círculo de radio proporcional al caudal medio de cada manantial. El gráfico realizado permite distinguir dos grandes grupos (IGME-JA, 2006):

- Manantiales con un coeficiente de agotamiento y una relación $Q_{\text{máximo}}/Q_{\text{medio}}$ bajos: quedan incluidos los manantiales de la Fuente del Castaño, Fuenteheridos y Fuente del Carmen, situados junto a manantiales como los del Tempul (Sierra de las Cabras) y Torremolinos (Sistema de Torremolinos), representativos de acuíferos carbonáticos inerciales con un comportamiento hidrodinámico similar al de los acuíferos fisurados.
- Manantiales con un coeficiente de agotamiento y una relación $Q_{\text{máximo}}/Q_{\text{medio}}$ altos: estarían incluidos los manantiales de Puerto del Moral, Corteconcepción, Peña de Arias Montano, Fuente del Patrimonio y La Herrería. Estos manantiales aparecen representados junto a otros como el de la Cueva del Gato, claro representante de manantial asociado a sistemas kársticos con escaso poder regulador, y una alta jerarquización de conductos kársticos.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

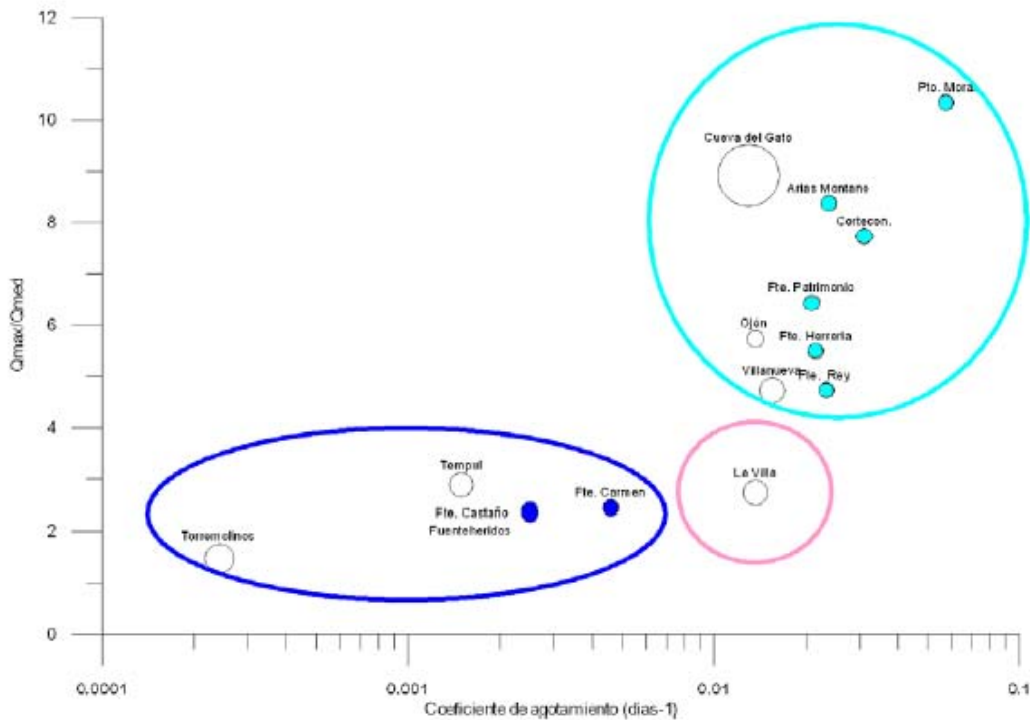


Figura 10: Relación entre los valores de coeficiente de agotamiento y la relación $Q_{\text{máximo}}/Q_{\text{medio}}$ de algunos manantiales de la Sierra de Aracena y de los principales manantiales carbonáticos del sur peninsular (IGME-JA, 2006)

Las aguas del Parque Natural son poco mineralizadas. Presentan conductividades eléctricas con un valor medio de 500 a 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una temperatura media anual de 14-15 °C, que coincide con la temperatura media del aire en las principales zonas de recarga. Las facies principales son la bicarbonatado cálcica y bicarbonatado cálcico magnésica. Son frecuentes las variaciones estacionales de la composición físico-química del agua subterránea de los manantiales. En el estiaje, las aguas suelen presentar una mayor mineralización y un ligero incremento de la temperatura con respecto a las épocas de crecida del caudal. Localmente pueden existir manantiales de características netamente diferentes a las antes citadas, con contenidos en sales muy superiores y facies hidroquímicas claramente anómalas, que suelen estar asociadas a la presencia de flujos profundos y que se sitúan próximos a importantes zonas de fractura (IGME-AAA, 2010).

En definitiva, con excepción de las anomalías citadas, la calidad natural de las aguas de estos acuíferos suele ser excelente y apta para todos los usos. No obstante, hay que destacar que la naturaleza carbonática de los acuíferos de la zona los hace muy vulnerables a la contaminación, por la existencia de numerosas fracturas y conductos kársticos por los que es fácil la introducción y rápida propagación de posibles agentes contaminantes en los acuíferos, bien por su vertido directo sobre afloramientos permeables o por la contaminación de ríos y arroyos que, indirectamente, acabaría afectando a los acuíferos, dada su evidente interconexión en la zona donde afloran rocas permeables (IGME-AAA, 2010).

Las aguas subterráneas del sector occidental presentan una mayor dispersión, sobre todo en lo que a la concentración de Ca y Mg se refiere, debido a que se drenan aguas bicarbonatado cálcico magnésicas asociadas a la formación Aracena, y aguas bicarbonatado cálcicas asociadas a los niveles con mayor

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

proporción de calizas intercaladas en la formación Volcanosedimentaria. Los parámetros que presentan una mayor dispersión en sus concentraciones, son los que están asociados a nitratos, cloruros, sulfatos, sodio y magnesio, muy probablemente debido a procesos de contaminación (IGME-JA, 2006). En este sector, los resultados analíticos disponibles de 115 muestras de agua subterránea, son los siguientes (en mg/l) (IGME-JA, 2006):

	Min	Max	Media
Ca	25	96	60,739
Mg	4	43	22,296
Na	3	46	6,67
Cl	3	100	12,226
HCO ₃	114	379	267,765
SO ₄	1	51	12,417
NO ₃	0	14	3,578
T ^a	4,1	19,1	14,567
pH	6,9	8,5	7,639
Cond.	222	665	428,655

Se representan a continuación los diagramas de Piper y de Box-Whisker (IGME-JA, 2006):

- Acuífero carbonático de la Sierra de Aracena
- Sector occidental del acuífero de la Sierra de Aracena

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

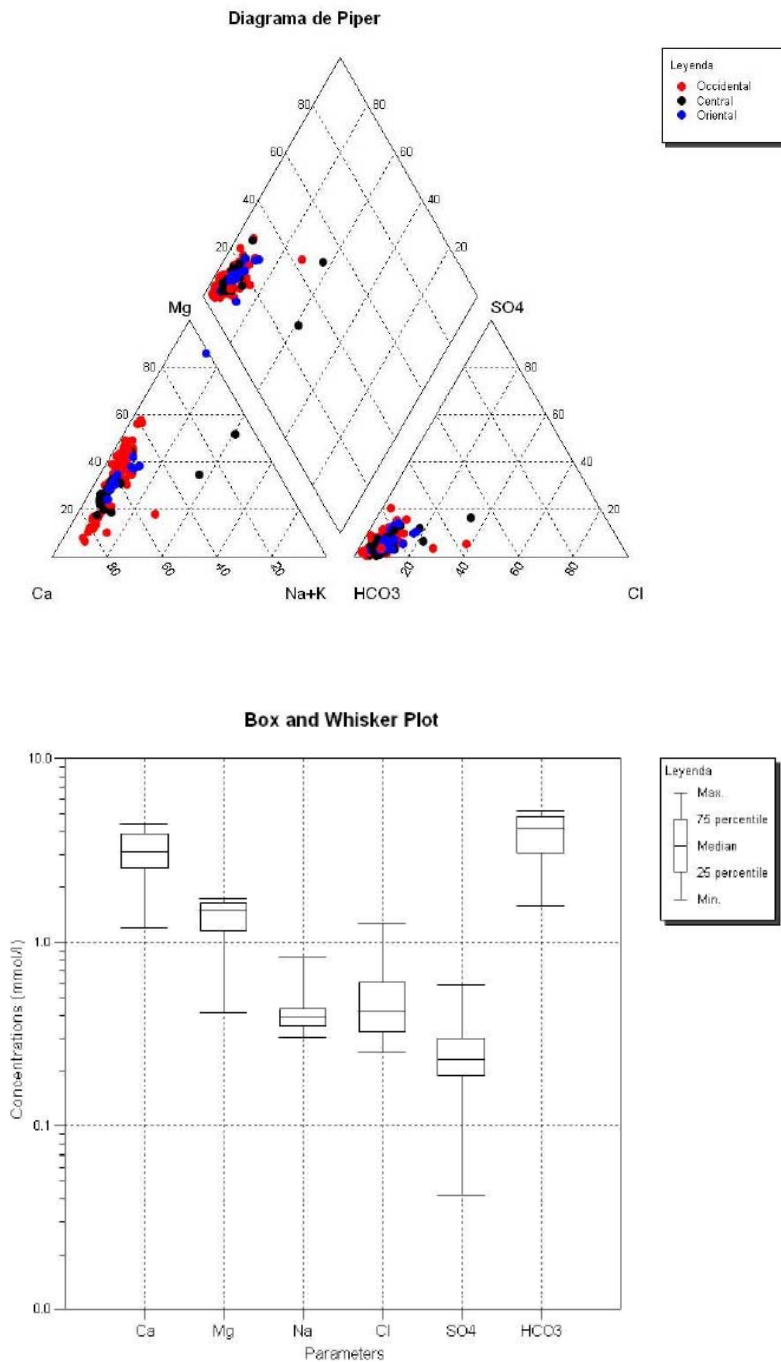


Figura 11: Acuífero carbonático de la Sierra de Aracena, diagramas de Piper y de Box-Whisker (IGME-JA, 2006)

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

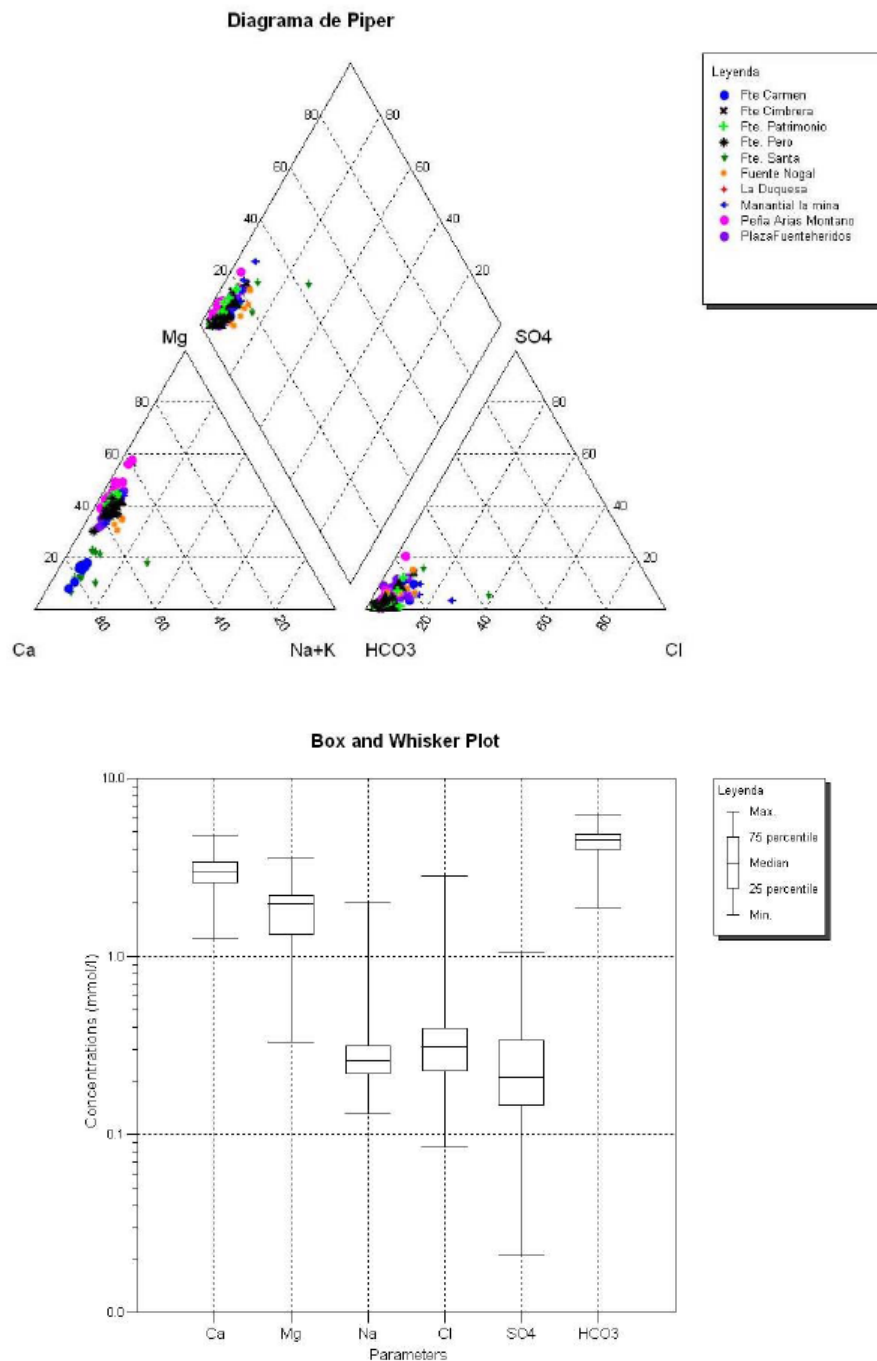


Figura 12: Sector occidental del acuífero de la Sierra de Aracena, diagramas de Piper y de Box-Whisker (IGME-JA, 2006)

En lo que respecta a la hidroquímica, el agua correspondiente a este manantial es bicarbonatada calcico-magnésica, como se puede observar en los diagramas de las figuras 13 y 14, con un nivel bajo-medio de mineralización. Para el periodo 2003-2004 presenta una conductividad eléctrica media de 411 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y pH de 7,5.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

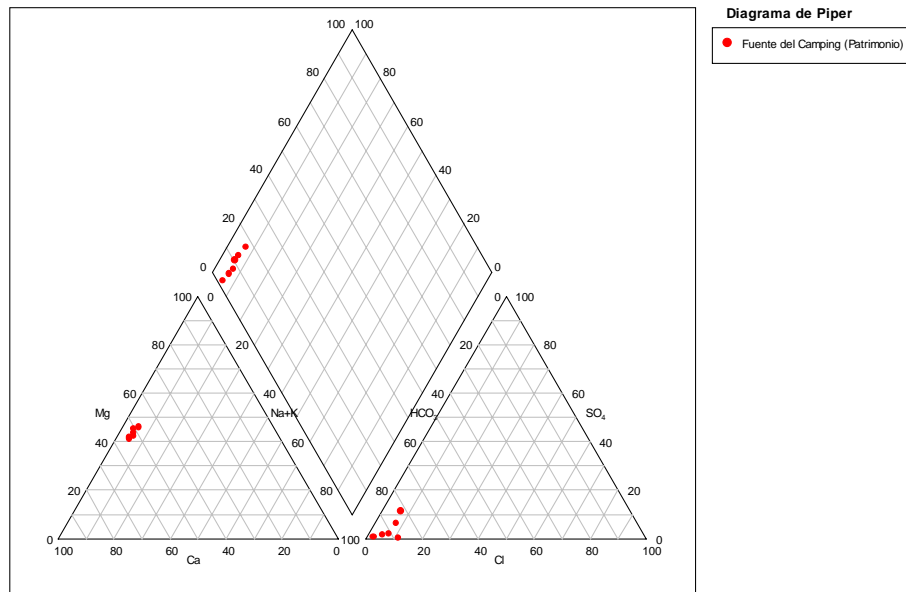


Figura 13: Diagrama de Piper del agua de Fuente del Camping (patrimonio) correspondiente al periodo 2003-2004.



Figura 14: Diagrama de Shoeller del agua de Fuente del Camping (patrimonio) correspondiente al periodo 2003-2004.



Martos Rosillo, S.; Fornés Azcoit, J.M.; Jiménez-Sánchez, J., Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Huelva)*.



PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

6.- VALORACIÓN DEL INTERÉS

Se sitúa dentro del Parque Natural de S^a de Aracena y Picos de Aroche, forma parte de la Red Natura 2000, es Lugar de Interés Comunitario y Zona de Especial Protección para las Aves, además de Reserva de la Biosfera.

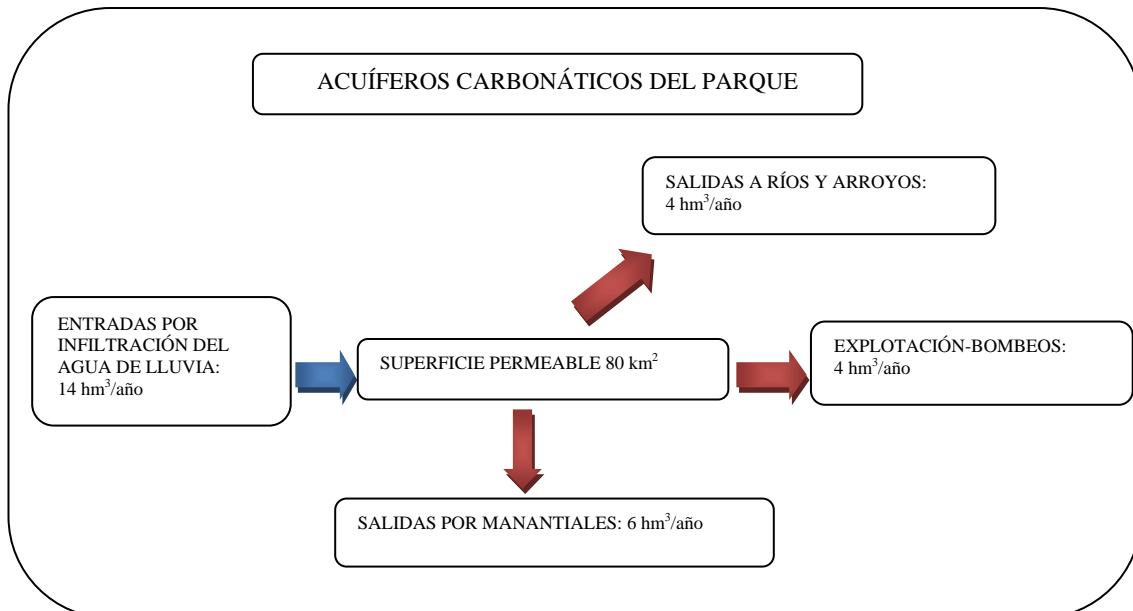
La Fuente del Patrimonio tiene su importancia para el riego de huertas de la zona. La gran riqueza de agua ha sido determinante en la configuración espacial y en la cultura de este municipio, en lo que a sistemas de riego y de reparto de agua se refiere. (IGME-AAA, 2010). El interés de esta surgencia desde el punto de vista medio-ambiental, científico –pedagógico y paisajístico es evidente.

7.- PROTECCIÓN PROPUESTA

7.1.- Presiones

El Plan Hidrológico considera al conjunto de la Masa de Agua Subterránea 041.019 Aroche-Jabugo en buen estado cuantitativo y cualitativo con un índice de explotación menor de 0,4 ($IE < 0,4$).

De los datos aportados por los balances de los principales acuíferos del Parque, se puede pensar que su funcionamiento se encuentra poco influenciado por las actividades humanas, ya que los bombeos existentes son considerablemente inferiores a las entradas medias estimadas; sin embargo este tipo de apreciación debe ser matizada. La alta compartimentación de los materiales acuíferos hace que existan sectores individualizados que reciben una recarga limitada. Es el caso del sector central del acuífero de la Sierra de Aracena, que se descarga por la Fuente del Castaño, y por los sondeos que abastecen a Aracena. Pues bien, en este sector, la explotación está muy próxima a superar el umbral de explotación recomendado. Esta cuestión unida a la proximidad de los sondeos de explotación provoca el agotamiento, cada vez más frecuente, de la Fuente del Castaño (IGME-AAA, 2010).



Esquema del balance hidrogeológico del Parque (IGME-AAA, 2010)

Cabe mencionar que, “a pesar de que el Parque Natural es una zona serrana con amplios espacios sin la presencia humana, en él existen numerosos focos de contaminación asociados a la actividad antrópica. La proliferación de sondeos, mal diseñados, que comunican la superficie del terreno con los acuíferos carbonáticos, favorece la contaminación del agua subterránea. Es muy frecuente encontrar viviendas, aisladas, en las que las aguas residuales se vierten en fosas sépticas construidas sobre materiales acuíferos. Por otro lado, en ocasiones, el vertido de aguas residuales que se hace desde las depuradoras de las poblaciones, no reúne las condiciones necesarias para ello. A lo anterior se deben añadir las actividades potencialmente contaminantes derivadas de la actividad agrícola y ganadera (el abonado de los olivos, que suelen estar ubicados sobre afloramientos carbonáticos, las acumulaciones de residuos en áreas de estabulación, etc). Aunque hasta la fecha no se han detectado afecciones importantes en la calidad del agua subterránea de los acuíferos del Parque debido a las citadas actividades, deberían extremarse las precauciones debido a la alta vulnerabilidad de los principales

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

acuíferos y a la fragilidad de los ecosistemas asociados y al alto valor ecológico y paisajístico de la zona” (IGME-AAA, 2010).

El manantial de la Fuente del Patrimonio de Fuenteheridos, es un lugar bien conservado, que presenta como principal presión la explotación realizada para abastecimiento a la población. Junto a este manantial se encuentra los sondeos de abastecimiento a Fuenteheridos y a no mucha distancia uno de los de abastecimiento a Galaroza. En este sentido se debe indicar que el sondeo más importante del sector occidental de la Sierra de Aracena, es el sondeo utilizado para el abastecimiento de la localidad de Fuenteheridos. Este sondeo (1037/7/0019) cuenta con 80 m de profundidad y fue perforado a rotoperCUSión en mármoles cámbricos. Fue aforado con 12 l/s aunque el caudal de bombeo es inferior para reducir la turbidez del agua que se ocasiona con el aumento del caudal de bombeo. Posteriormente se realizó otro sondeo de abastecimiento a Fuenteheridos, a rotoperCUSión/rotación inversa, con diámetros de perforación comprendidos entre 609 y 254 mm y una profundidad final de 305 m. En el ensayo de bombeo realizado se aplicó un caudal de 60 l/s. Aguas abajo, se realizó una nueva perforación, el sondeo de La Duquesa, en este caso, para abastecer a la localidad de Galaroza (IGME-JA, 2006).

7.2.- Figuras de protección, normativa y perímetros previos

Los valores naturales y culturales de este territorio, propiciaron hace dos décadas su declaración como espacio protegido Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, mediante la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el inventario de espacios naturales protegidos de Andalucía, y se establecen medidas adicionales para su protección. Este Parque, junto con el Parque Natural Sierra Norte de Sevilla y Parque Natural Sierra de Hornachuelos, en la provincia de Córdoba, fue declarado como Reserva de la Biosfera Dehesas de Sierra Morena, en el marco del Programa MaB (Hombre y Biosfera) de la UNESCO, el día 8 de noviembre del año 2002. Esta Reserva de la Biosfera está basada en la dehesa, como ejemplo de armonía del hombre con la naturaleza, o en términos más contemporáneos, de desarrollo sostenible, donde es posible compatibilizar el crecimiento económico con la conservación de la naturaleza y el bienestar social (IGME-AAA, 2010).

Este ámbito además ha sido incluido como Lugar de Interés Comunitario (LICs) en la Red Natura 2000 y ZEPA (ES0000051), y cuenta con otras figuras de protección como el Monumento Natural Encina Dehesa de San Francisco, en Santa Olalla del Cala, ejemplar representativo de la vegetación autóctona mediterránea, de grandes dimensiones y con más de 250 años; Paraje Natural Peñas de Aroche, formación geomorfológica granítica de gran singularidad y atractivo paisajístico, que alberga una de las principales colonias de buitre negro de Andalucía (IGME-AAA, 2010).

7.3.- Zonación propuesta

Se propone la delimitación de la poligonal para la protección de los carbonatos de la S^a de Aracena en las inmediaciones de la surgencia de dicho manantial.

Tipo de protección: ZONA TIPO A. No autorizadas captaciones adicionales ni actividades potencialmente contaminantes.

La zonificación propuesta tiene relación con los apartados 1 y 2 de la tabla 1. Esta zona tipo A coincide con la zona tipo A de Fuente del Castaño, Fuente de los Doce Caños, Fuente Peña de Arias Montano y Lavadero de los Marines.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

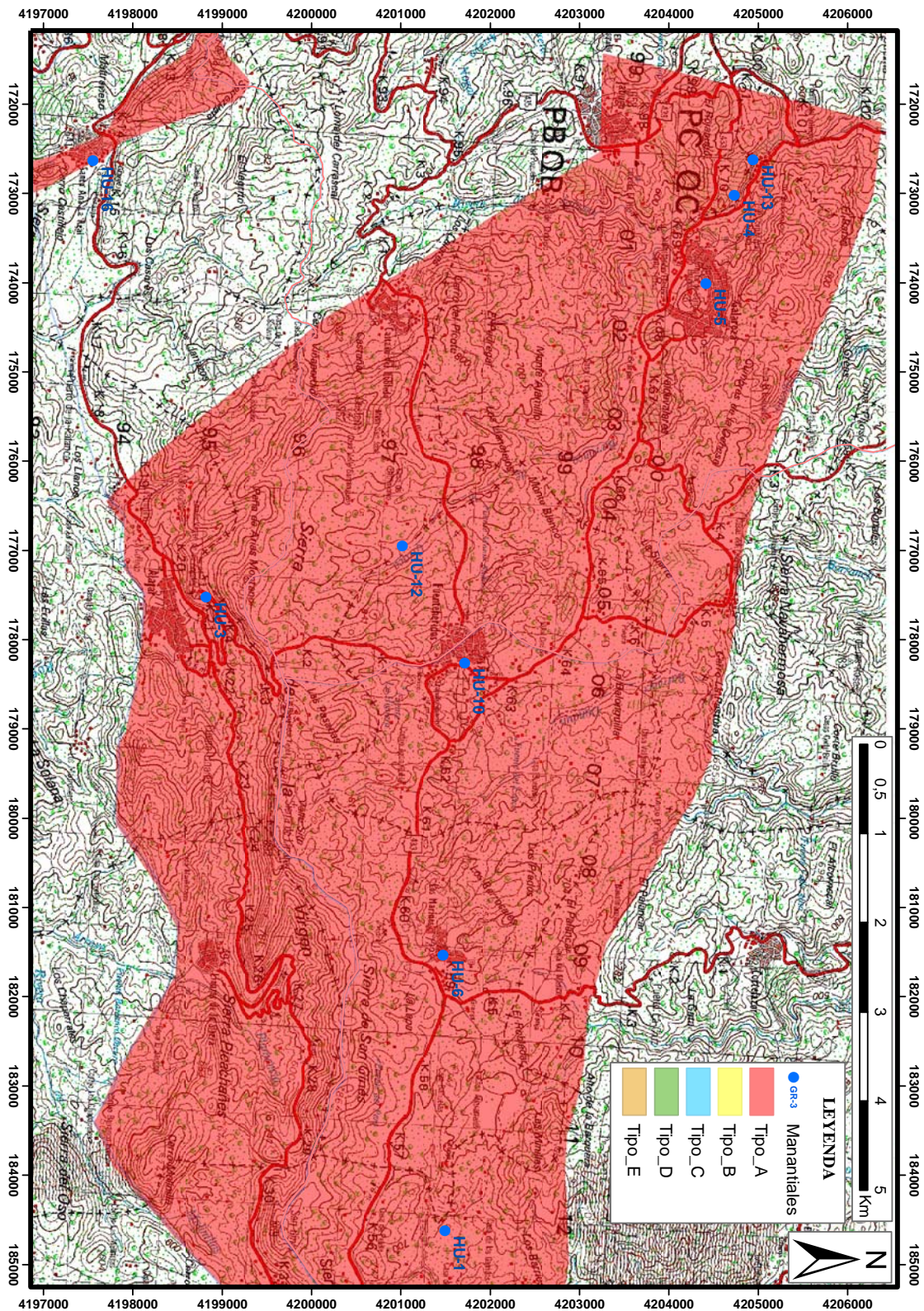


Figura 15: Zonación propuesta para la protección de los carbonatos de la Sierra de Aracena donde se encuentra la Fuente del Camping (Patrimonio) (HU12). Escala original 1:50.000. Zona occidental. 1 de 2.

PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

8.- APROVECHAMIENTO POSIBLE

El manantial de la Fuente del Patrimonio o del Camping, se encuentra situado al suroeste de la localidad de Fuenteheridos. Este municipio está localizado en la umbría de las Sierras de la Virgen y del Castaño, dos de las formaciones de máxima altitud del Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche, hecho que explica las elevadas pendientes de su término municipal, que se suavizan hacia el sur, en los valles del Múrtigas y Valdelama (IGME-AAA, 2010).

El estado de conservación de la Fuente del Patrimonio es aceptable, con una vulnerabilidad que puede considerarse como media. En la localidad de Fuenteheridos hay distintos lugares para alojarse y el lugar presenta una calidad visual y paisajística, y un alto interés hidrogeológico y ambiental.



Fuente del Patrimonio (Sergio Martos Rosillo)



Martos Rosillo, S.; Fornés Azcoit, J.M.; Jiménez-Sánchez, J., Rubio Campos, J.C. y Hueso-Quesada, L.M., 2011. *Informe de caracterización hidrogeológica y propuesta de protección de manantiales y lugares de interés hidrogeológico (Huelva)*.



PLAN DE CONSERVACIÓN, RECUPERACIÓN Y PUESTA EN VALOR DE MANANTIALES Y LUGARES DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO DE ANDALUCÍA (ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS RELACIONADOS CON LAS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA)

9.- PROPUESTA DE INDICADORES

Todo el drenaje subterráneo del sector occidental de la S^a de Aracena, se propone controlar aguas abajo de los afloramientos carbonáticos en el cauce del río Múrtigas, en el entorno de la pedanía de Las Chinas, donde se ha propuesto una estación de control para la zona ganadora del río Múrtigas en Las Chinas, con referencia HU13 en el Plan de Conservación.

10.- BIBLIOGRAFÍA

AAA-UG (2010). “Manantiales y fuentes de Andalucía. Hacia una estrategia de conservación. Conoce tus fuentes”. Agencia Andaluza del Agua (Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía) y Universidad de Granada. <http://www.conocetusfuentes.com>

Confederación Hidrográfica del Guadiana (2010). Propuesta de Proyecto de Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

Del Val, J., Durán, J.J. y Ramírez, F. (1998). “La Gruta de las Maravillas (Aracena, Huelva)”. En: Karst en Andalucía. Eds. J.J. Durán y J. López. ITGE. Madrid, 183-187.

Fajardo, A y Tarín, A (2004). Guía de la Sierra de Aracena y Picos de Aroche. Recorrido Natural y cultural. Ed: Miguel Ángel Marín.

<http://www.andaluciarustica.com/fuenteheridos.htm>

IGME (2009). “Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Demarcación Hidrográfica del Guadiana. Masa de Agua Subterránea 040.019 Aroche-Jabugo”. Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas. Asistencia técnica para el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Versión provisional.

IGME-AAA (2010). “El agua en el Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche”. Ed: M. Martín Machuca, López-Geta, J. A., Fernández-Palacios, J.M. Martos-Rosillo, S. Instituto Geológico y Minero de España y Agencia Andaluza del Agua. Madrid. 176. pp

IGME-DGA (2010). Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial relevancia hídrica.

IGME-JA (2006). “Proyecto para la aplicación de las aguas subterráneas al abastecimiento mancomunado de los pueblos de la Sierra de Aracena (Huelva)”. Memoria y Anexos. Convenio específico entre la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, y el Instituto Geológico y Minero de España, para el desarrollo del programa de asistencia técnica en materia de aguas subterráneas. 149 pp.

Macías, J.L., del Valle, E., Herrero, M.J., Sancha, F., Rodríguez, A.M., Cantero, P.A. y Rodríguez, E. (2003). “Fuenteheridos a comienzos del siglo XX (En el Centenario de la construcción de la Fuente de los Doce Caños: 1903-2003)”. Ayuntamiento de Fuenteheridos, 199 pp.

Martos-Rosillo, S., Moral, F., Rodríguez, M. y Ocaña, A. (2006). “Evaluación de los recursos hídricos en la cabecera del río Múrtigas, Sierra de Aracena (Huelva)”. En: Karst, cambio climático y aguas subterráneas. Eds. J.J. Durán, B. Andreo y F. Carrasco. Publicaciones del IGME, Serie Hidrogeología y Aguas Subterráneas, nº 18, 91-99.

Vera, J.A. (2004). “Geología de España”. Sociedad Geológica de España – Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.