



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

Análisis y valoración del Patrimonio Geológico del Parque Natural de Sierra Mágina.

Alumna: LABROUSSE, Camille

Tutor: Prof. D. Luis Miguel Nieto Albert
Dpto: Geología

Julio, 2017

ÍNDICE

RESUMEN Y ABSTRACT	3
I. INTRODUCCIÓN	5
II. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO DEL PARQUE NATURAL DE SIERRA MÁGINA	8
II.1 Contexto geográfico	8
II.2 Contexto geológico	9
II.3 Estructura geológica	13
II.4 Geomorfología	14
II.5 Hidrogeología	14
III. LIGs EN EL PARQUE NATURAL DE SIERRA MÁGINA.....	16
IV. VALORACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO	20
IV.1 Valoración de LIGs según el método de Villalobos <i>et al.</i> (2004)	21
IV.2 Valoración de LIGs utilizando el procedimiento de Brilha (2015)	32
IV.3 Valoración del riesgo de degradación según la metodología de Brilha (2015)	48
V. ESTRATEGÍA DE GESTIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL PARQUE NATURAL DE SIERRA MÁGINA.....	52
V. 1 Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN)	52
V.2 Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del PN de Sierra Mágina	53
VI. DISCUSIÓN.....	54
VII. CONCLUSIONES	58
VIII. REFERENCIAS	60

RESUMEN Y ABSTRACT

1- Resumen

El patrimonio geológico es un recurso no renovable que debe de utilizarse de forma sostenible. En la definición y gestión de Espacios Naturales Protegidos (ENPs) éste debería de ser considerado ya que facilitaría la delimitación del ENP y permitiría regular las actividades a realizar. Para alcanzar estos objetivos, sería interesante un conocimiento detallado del mismo, que pasa por un inventario de patrimonio geológico y una valoración de los LIGs que lo componen. Además, para que la consideración del patrimonio geológico en la gestión del ENP sea eficiente, aquel debe de contemplarse tanto en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) como en el Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG).

Para analizar estas cuestiones se ha considerado el inventario de patrimonio geológico del Parque Natural de Sierra Mágina, realizado en el marco de la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad. En este inventario hay cinco LIGs (Manantial de Fuenmayor, Manantial de Mata Bejid, Manantial del Gargantón, Karst de Sierra Mágina y Serie Jurásica del río Cuadros) que se han valorado atendiendo a dos metodologías, la de Villalobos *et al.* (2004) y la de Brilha (2015). La primera de ellas fue la utilizada en el desarrollo de la base de datos de Georrecursos culturales de Andalucía. Esta valoración se ha cotejado con la metodología de Brilha (2015) que elimina gran parte de la subjetividad de la valoración definiendo mayor número de criterios para cada uno de los valores considerados (científico, didáctico y turístico), así como incrementando los indicadores correspondientes a cada criterio. Además, con la metodología de Brilha (2015) se evalúa también el riesgo de degradación de cada uno de los LIGs. Ambos métodos han aportado valoraciones muy semejantes para los diferentes LIGs considerados. Debe destacarse que sólo el LIG Serie Jurásica del río Cuadros ha alcanzado un valor científico alto. Los valores didácticos y turísticos nos dan información sobre potencialidades de uso de los LIGs que favorezcan el desarrollo socioeconómico de la región. Además, se ha podido deducir una valoración del riesgo de degradación, que ha resultado ser bajo, lo que supone que las actuales medidas de protección y conservación son adecuadas para estos LIGs, aun no siendo medidas de geoconservación específicas.

2- Abstract

Geological Heritage is a non-renewable resource that must be used in a sustainable way. In the definition and management of the protected natural areas (ENPs), it should be considered since it would facilitate the ENP delimitation and would allow to regular the proposed activities. To achieve these objectives, detailed knowledge of the same one would be interested, passing through a geological heritage inventory and the valuation of the LIGs that make it up. Thus, for effective consideration of the geological heritage in the ENP management, that one must be envisaged both in the Natural Resources Development Plan (PORN) and in the Use and Management Plan (PRUG).

To discuss these issues, the geological heritage inventory of the Sierra Mágina Natural Park has been considered, carried out within the framework of the Andalusian Strategy of Integrated Management of Geodiversity. In this inventory, there are five LIGs (Spring of Fuenmayor, Spring of Mata Bejid, Spring of the Gargantón, Karst of Sierra Mágina and Jurassic Sequence of the Cuadros river) that have been valued according to two methodologies, that of Villalobos *et al.* (2004) and that of Brilha (2015). The first one was the one used in the development of the cultural georesources database of Andalusia. This valuation has been verified with the methodology of Brilha (2015) that remove a large part of the valuation subjectivity by defining greater number of criterion on each individual value considered (scientific, didactic, touristic), as well as by increasing the indicators corresponding to each criterion. Thus, the Brilha methodology (2015) also assesses the degradation risk of each LIG. Both methodologies have pointed out valuations very similar for the different LIG considered. It must be underlined that only the LIG of Jurassic Sequence of the Cuadros river reached a high scientific value. The didactic and touristic values provide us information one the potential use of the LIGs that favour local socioeconomic development. In addition, it has been deduced a degradation risk value, which has proved to be low, that supposes that the actual protection and conservation measures are suitable for these LIGs, even not being specific geoconservation measures.

I. INTRODUCCIÓN

El Patrimonio Geológico (en adelante PG) ha sido definido por numerosos autores (véase el análisis planteado por Carcavilla *et al.*, 2007). No obstante, aunque todas esas definiciones proponen algún matiz diferenciador del patrimonio geológico, en esencia coinciden en lo básico, que fue recogido en la mesa redonda que tuvo lugar en el VI Congreso Geológico de España, auspiciada por la Comisión de Patrimonio Geológico de la Sociedad Geológica de España. Dicha definición unificadora, recogida en Carcavilla *et al.* (2007) define el PG como el conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar a) el origen y evolución de la Tierra, b) los procesos que la han modelado, c) los climas del pasado y presente, y d) el origen y evolución de la vida. Esa misma definición ha sido considerada en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y Biodiversidad (BOE nº 299, de 14 de diciembre de 2007).

De esta definición debe resaltarse el hecho de que los elementos que conforman el PG deben de tener un valor científico, cultural y/o educativo. Esto es crucial a la hora de elaborar diagnósticos sobre el interés e importancia de esos elementos. De acuerdo con Carcavilla *et al.* (2007), la valoración se apoya en tres premisas: a) no todo elemento geológico posee valor patrimonial, b) los elementos geológicos que lo poseen no siempre son igual de interesantes e importantes y c) es posible definir unos parámetros que permitan estimar cuál es el interés del punto. Estos autores (*op. cit.*), siguiendo a Cendrero (1996) estiman que un lugar de interés geológico (en adelante LIG) debe de ser valorado atendiendo a su valor intrínseco, la potencialidad de uso y la necesidad de protección. El valor intrínseco se refiere al interés del LIG referido en términos científicos; se centra en considerar aspectos genéticos, espaciales, temporales o composicionales. Estos aspectos deben de ser valorados en relación con el contexto geológico de la zona de estudio, dando lugar a los términos de representatividad y singularidad del LIG. La primera de estas cualidades hace referencia a elementos geológicos que muestran la realidad geológica de la región y los procesos normales que en ella acontecen; la singularidad recoge aquellos

LIGs que pueden considerarse anómalos en la región estudiada.

Por otro lado, los valores didáctico y turístico hacen referencia a aspectos concretos de la potencialidad de uso. En este caso, debe de considerarse la relación que existe entre el LIG y otros aspectos del medio natural y/o cultural. Así, por ejemplo, el valor didáctico, que está estrechamente ligado al valor científico o intrínseco, también debe de considerar aspectos tales como la proximidad a poblaciones, el tamaño de las poblaciones o las condiciones socioeconómicas del entorno. El valor turístico está ligado a aspectos paisajísticos de carácter excepcional, capaces de llamar la atención de los visitantes, así como con otros valores culturales (presencia de patrimonio histórico-artístico, rasgos folclóricos de la región...).

Estos mismos valores han sido considerados por otros autores como Villalobos *et al.* (2004) o Brilha (2015) al plantear procedimientos para la valoración de elementos geológicos con el objetivo de establecer su valor patrimonial. Los primeros plantean un sistema de valoración semicuantitativo o cuantitativo-cualitativo según la terminología de Carcavilla *et al.* (2007) que aplican a los LIGs considerados en la Estrategia Andaluza para la Gestión Integrada de la Geodiversidad. El segundo de los autores considera que el valor científico o intrínseco de un LIG está directamente relacionado con su importancia para conocer el mecanismo de funcionamiento de la geosfera así como de sus interrelaciones con otros subsistemas del Sistema Tierra. Estima que este valor es fundamental a la hora de estimar la importancia del LIG en su contexto geológico. Este autor propone también un sistema de valoración cuantitativo-cualitativo, similar al de los autores previamente mencionados. A partir del resultado obtenido para cada uno de estos valores, considera que el LIG forma parte del patrimonio geológico de la región si el valor intrínseco es claramente destacable de los otros, es decir, el elemento geológico posee valor patrimonial *per se*, o bien pueden considerarse como Lugares de Geodiversidad (LGd) si los valores didáctico y/o turístico son los prominentes, lo que significa que desde el punto de vista patrimonial estos elementos son menos importantes por sus propios valores, destacando por rasgos secundarios, que añaden interés en función del tipo de utilidad que se le vaya a dar.

De acuerdo con el preámbulo de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y Biodiversidad (BOE nº 299 de 14 de diciembre de 2007), en adelante LPNB, las Administraciones públicas deberán de garantizar la gestión de los recursos naturales de forma que produzcan los mayores beneficios conforme a los principios del desarrollo sostenible, velando por el mantenimiento y conservación del patrimonio natural en general y del geológico en particular. Una manera de alcanzar este objetivo es impulsar los procesos de mejora de la sostenibilidad asociados a los espacios naturales protegidos (ENPs), en la promoción de la utilización ordenada de los recursos, garantizando el aprovechamiento racional del patrimonio natural y, también del geológico, y en la integración de los requerimientos de la conservación, uso, mejora y restauración del mismo. Para alcanzar estos objetivos, es interesante realizar inventarios de los LIGs y su valoración cuando se trabaja con el patrimonio natural de ENPs. Con los datos resultantes de dichos procedimientos se pueden establecer tipos de usos (científico, didáctico, turístico, posibilidad de extracción...) y fragilidad del elemento, lo que ayudará a establecer medidas de conservación (en este caso geoconservación) para el uso y disfrute sostenible de generaciones venideras. Igualmente, se podrá establecer su grado de vulnerabilidad, es decir, los factores internos o externos al LIG que puedan provocar su deterioro e incluso la posibilidad de que éste conlleve algún tipo de riesgo geológico. Además, para la definición de ENPs debería de contarse como herramienta básica del inventario y valoración de LIGs, con el fin de establecer unos límites del ENP acordes con esa cualidad del territorio.

En este trabajo se hará un análisis de cómo el PG debe ser considerado para la gestión sostenible de ENPs, a partir de su valoración. Para ello se utilizará la metodología ideada por Villalobos *et al.* (2004), que se contrastará con la propuesta por Brilha (2015). Para ello se considerarán los LIGs definidos en el Parque Natural (en adelante PN) de Sierra Mágina, en el marco de la Estrategia Andaluza para la Gestión Integrada de la Geodiversidad. El contexto legal en el que se centra este análisis viene recogido por la LPNB, así como por la Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural (BOE nº 299, 14 de diciembre de 2007).

II. CONTEXTO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO DEL PARQUE NATURAL DE SIERRA MÁGINA

II.1 Contexto geográfico

El Parque Natural de Sierra Mágina se encuentra al Sureste de la provincia de Jaén (Figura 1). Se extiende por los términos municipales de Torres, Bélmez de la Moraleda, Albanchez de Mágina, Bédmar y Garcíez, Cambil, Huelma, Jimena, Jódar y Pegalajar. Comprende una superficie de 19,961 ha entre las campiñas de olivar y los macizos montañosos de la Cordillera Bética. Está bordeado al Norte por la campiña jiennense, el valle del Guadalquivir, mientras que por el Sur se encuentra limitado por el término municipal de Píñar. Al Este se encuentra la Sierra de Cazorla y el embalse de Negratín, y al Oeste los macizos situados al Sur de la capital de la provincia.

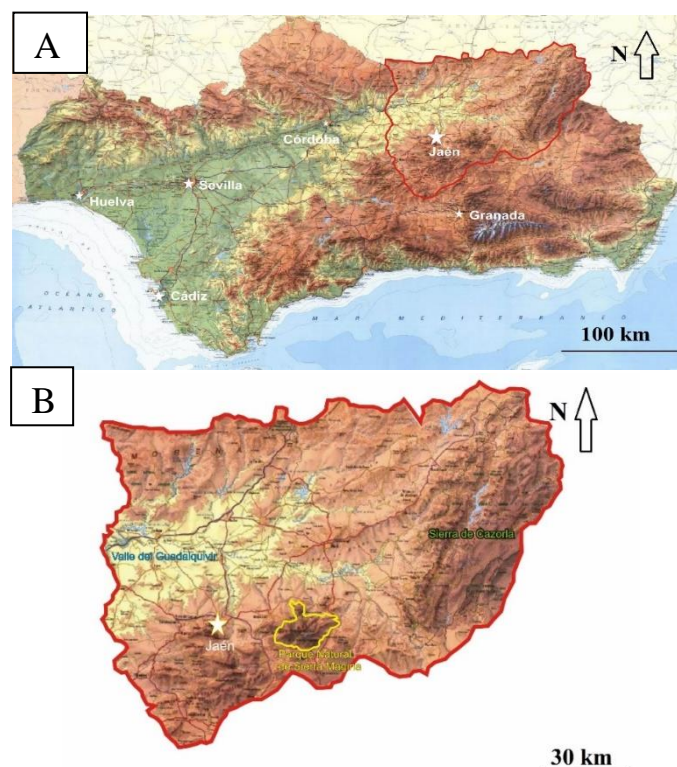


Figura 1. Mapas de Andalucía y de la provincia de Jaén, realizadas a partir del Modelo Digital de Terreno de Andalucía, realizado por el Instituto de Estadística y Geografía de Andalucía y publicado por la Junta de Andalucía. El sistema de referencia usado es el ETRS89 y la proyección es la UTM 30 A. Mapa de Andalucía, con indicación de la posición de la provincia de Jaén. B. Mapa de la provincia de Jaén con la posición del Parque Natural de Sierra Mágina. Programa de dibujo Corel Draw, Camille Labrousse

El PN de Sierra Mágina se compone de distintos conjuntos de relieves montañosos separados por pequeñas mesetas y depresiones vinculadas con valles de ríos. Entre los macizos montañosos, cabe destacar el Aznaitín (1744 metros sobre el nivel del mar, en adelante msnm), el Almadén (2032 msnm), el cerro Cárceles (2052 msnm), el pico Serrezuela (1973 msnm) y el Mágina (2157 msnm) que es el más elevado de toda la provincia de Jaén (Figura 2).

En cuanto a la red hidrográfica, está constituida por cursos fluviales no permanentes que se secan por falta de pluviometría durante el verano. Entre los cursos más importantes se destaca el río Cuadros, el Torres, el Jandulilla y el Arroyo del Gargantón (Figura 2).

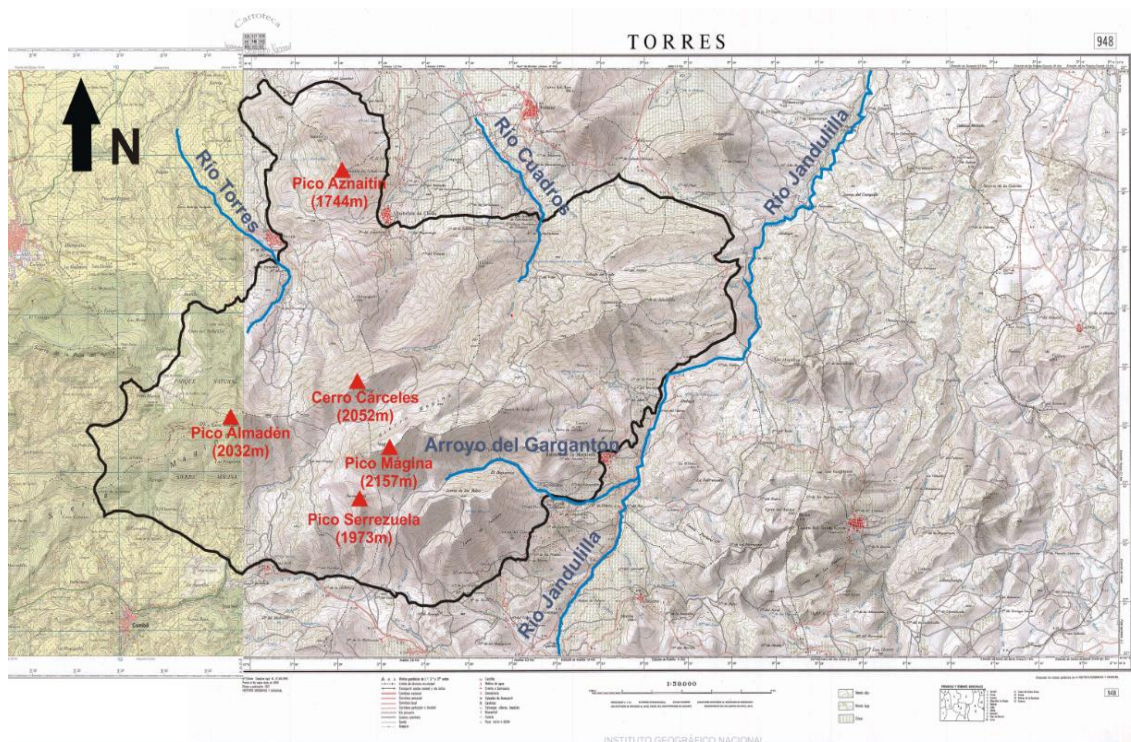


Figura 2. Mapa topográfico sobre el que se ha dibujado el límite del Parque Natural de Sierra Mágina con el programa Corel Draw. Tomado de los MTN a escala 1:50000, Hoja 948 (Torres) y Hoja 947 (Jaén), publicados por el IGN

II.2 Contexto geológico

El PN de Sierra Mágina comprende una serie de unidades geológicas atribuidas a las Zonas Externas Béticas (en adelante ZEB), que se disponen en el frente de la Cordillera. De acuerdo con Vera (2004), en las ZEB se diferencian dos grandes dominios geológicos, que de Norte a Sur son el Prebético y el Subbético (Figura 3). El primero está compuesto principalmente por carbonatos depositados durante el Jurásico y el Cretácico en una

plataforma somera. En el Subbético, también de Norte a Sur, se distinguen varios subdominios, el Dominio Intermedio, el Subbético Externo, el Subbético Medio y el Subbético Interno. Dado que en el PN de Sierra Mágina sólo se encuentran los dos primeros subdominios subbéticos, nos centraremos en exponer sus rasgos regionales.

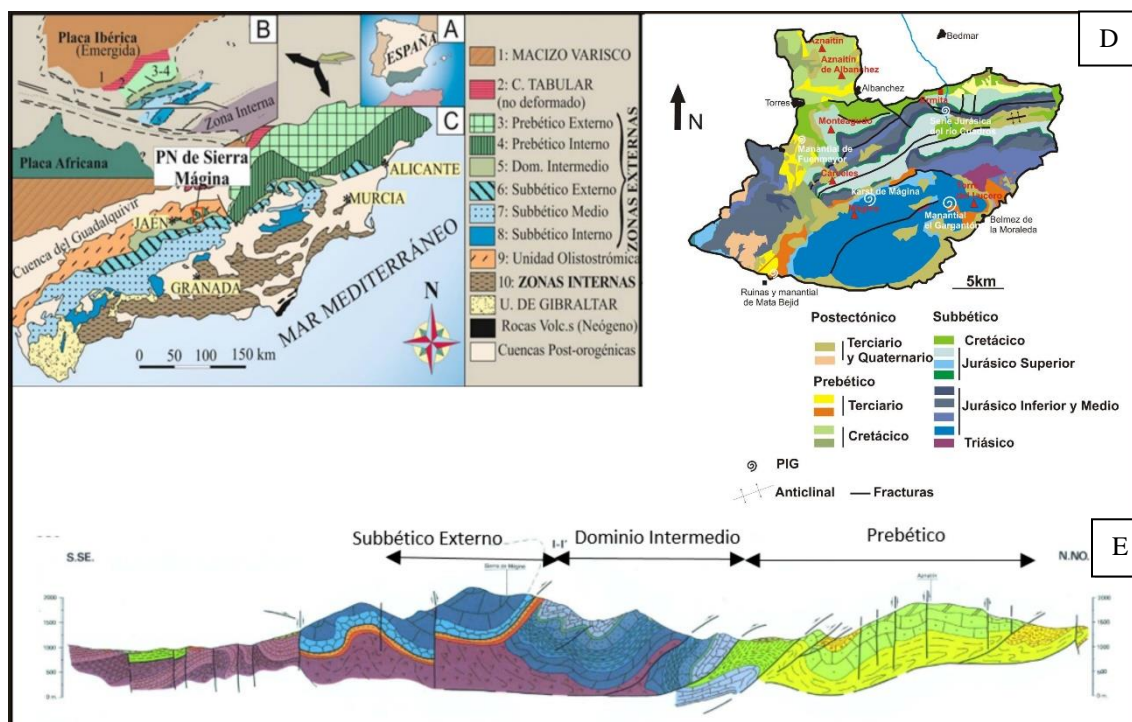


Figura 3. A. Situación geográfica de la Cordillera Bética en la Península Ibérica. B. Reconstrucción paleogeográfica del Margen Sudibérico durante el Jurásico Superior. C. Esquema geológico de la Cordillera Bética con indicación de la posición del PN de Sierra Mágina. D. Mapa geológico simplificado del PN de Sierra Mágina realizado a partir de la hoja geológica 948 (Torres) y el programa de dibujo Corel Draw. E. Corte geológico en el que se muestra las relaciones estructurales entre los diferentes dominios y subdominios de las ZEB presentes en el PN de Sierra Mágina, hoja geológica 948 (Torres) publicada por el IGN.

Tanto el Dominio Intermedio como el Subbético Externo están constituidos por carbonatos del Jurásico y Cretácico que principalmente se depositaron en medios pelágicos sin influencia continental; no obstante, en ambos los materiales del Jurásico Inferior (Hettangiense-Pliensbachiense) y del Jurásico Medio (Bajociense-Bathonense) son típicos de plataformas carbonatadas someras. Las diferencias más significativas de estos dos dominios geológicos son que en el Dominio Intermedio predominan durante el Jurásico Superior y buena parte del Cretácico Inferior los materiales redepositados (turbiditas, calcáreas durante el Jurásico Superior, y terrígenas durante el final del

Cretácico Inferior), mientras que en el Subbético Externo el Jurásico Superior está representado por facies *ammonítico rosso* (calizas nodulosas rojas, localmente margosas) y el Cretácico Inferior por una ritmita calizo margosa-marga.

En el PN de Sierra Mágina están representados los Dominios Prebético y Subbético (Dominio Intermedio y Subbético Externo; Figura 3). Los materiales del Prebético pueden observarse en el macizo calcáreo del Aznaitín. Se trata de calizas y dolomías del Cretácico Superior que pueden alcanzar potencias aproximadas a los 500 m. Estos materiales se depositaron en una plataforma carbonatada con una batimetría de unos 150 m.

Los materiales atribuidos al Dominio Intermedio afloran especialmente bien siguiendo el curso del río Cuadros (Figuras 2 y 3). Puede observarse cómo se estructuran en un pliegue anticlinal cuyo núcleo está ocupado por las calizas tableadas de la Fm Baños, de edad Toarciense principalmente (Figura 4). Sobre ellas se disponen las calizas oolíticas, puntualmente dolomitizadas de la Fm Jabalcuz y las margas radiolaríticas de la Fm Era de la Mesa (Oxfordiense). La secuencia jurásica termina con las turbiditas calcáreas de la Fm Toril. Sobre los anteriores, se disponen los materiales calizos margosos y margosos de la Fm Los Villares (Cretácico Inferior). El contacto entre los materiales Jurásicos y Cretácicos presenta rasgos diferentes para afloramientos dispuestos en ambos flancos del mismo anticlinal, como se mostrará más adelante.

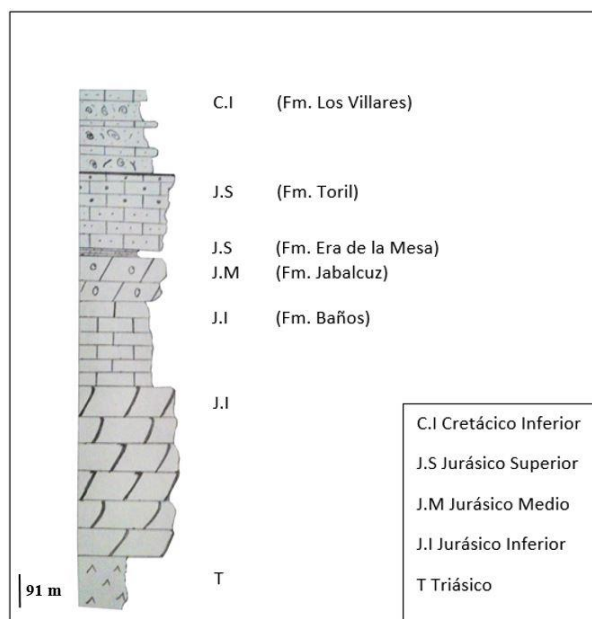


Figura 4. Columna estratigráfica del Dominio Intermedio en el Parque Natural de Sierra Mágina, realizada a partir de la memoria de la hoja geológica 948 (Torres) publicada por el Instituto Geológico y Minero de España. Camille Labrousse

El Subbético Externo aflora en la mayor parte del PN, especialmente en lo que geográficamente se conoce como Sierra Mágina (Figura 5). Se dispone cabalgando sobre el anticlinal del río Cuadros, compuesto por materiales del Dominio Intermedio (Figura 3D, 3E, Figura 5 y Figura 6B). La base de la unidad subbética cabalgante está constituida por los materiales plásticos del Trías (fundamentalmente arcillas rojas y yesos) (Figura 5). Sobre ellos aparece una unidad dolomítica, que se va haciendo algo más calcárea hacia techo; esta unidad se atribuye a la Fm Gavilán, de edad Hettangiense-Pliensbachiense medio. Aunque es complejo establecer la posición del techo de la anterior unidad litoestratigráfica, sobre ella parece disponerse la Fm Camarena, calizas oolíticas del Bajociense-Bathonienense, cuyo techo se ha interpretado como un paleokarst desarrollado durante el final del Jurásico Medio y parte del Jurásico Superior, pues rellenando algunas de las paleocavidades de esta compleja superficie se han encontrado calizas nodulosas en facies *ammonítico rosso* (Fm Ammonítico Rosso Superior) (Figura 6A), que han aportado ammonites del Kimmeridgiense y del Titiense. Por último, aunque con afloramientos muy deficitarios, sobre los anteriores materiales se observan unas margocalizas y margas blancas que han sido atribuidas a la Fm Carretero (Cretácico Inferior).

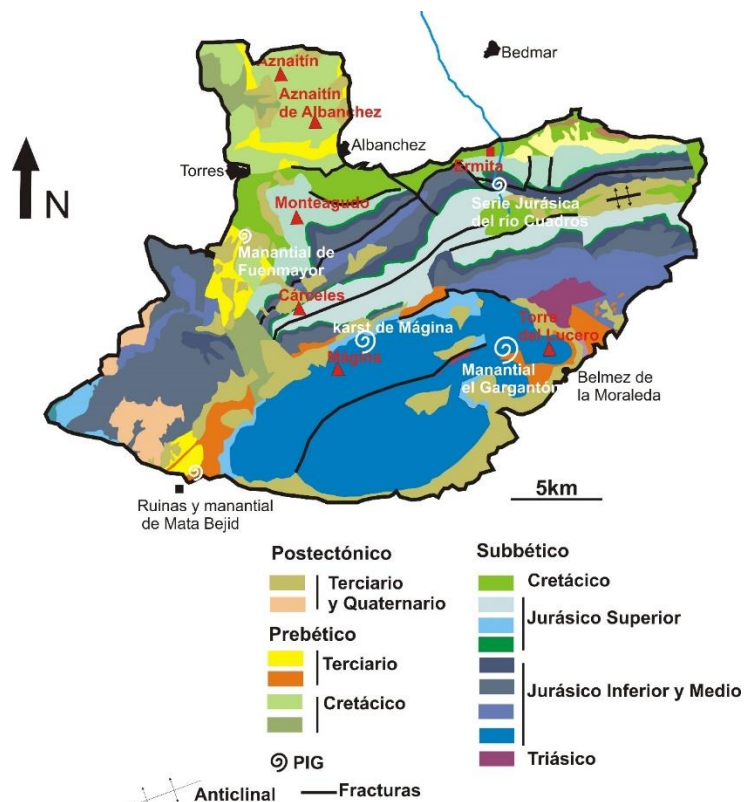


Figura 5 Mapa geológico simplificado del Parque Natural realizado a partir de la hoja geológica 948 (Torres) publicada por el IGME y con el programa de dibujo Corel Draw.

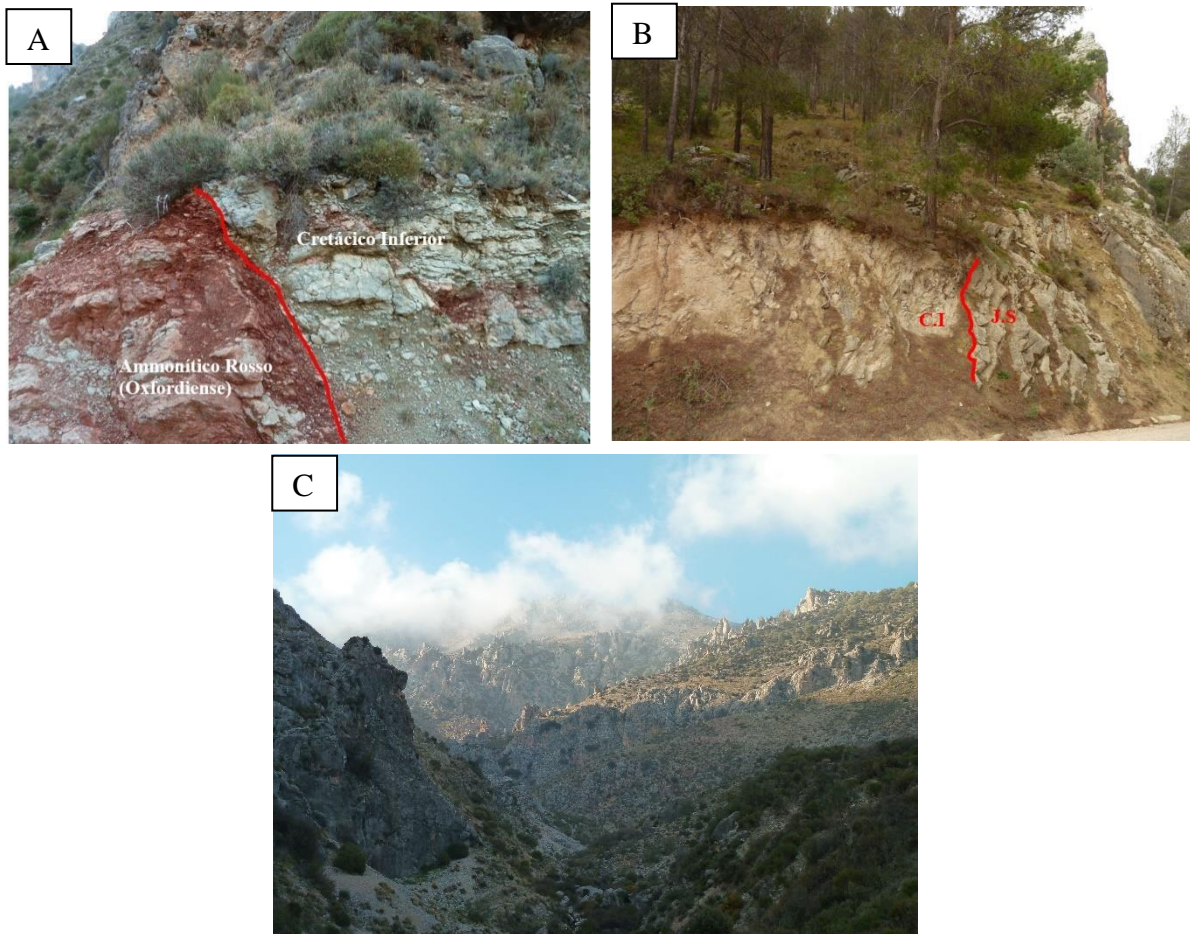


Figura 6. A. Contacto entre la facies Ammonítico Rosso (Oxfordiense) y los materiales del Cretácico Inferior B. Contacto Jurásico-Cretácico en el flanco norte del anticlinal de Cuadros (Dominio Intermedio). JS: Jurásico Superior; CI: Cretácico Inferior. C. Aspecto de las dolomías del Jurásico Inferior que afloran en el Subbético Externo (Unidad de Sierra Mágina) en el entorno del Barranco del Gargantón. En ellas se sitúa el manantial del mismo nombre

II.3 Estructura geológica

La estructura geológica del PN de Sierra Mágina está caracterizada por el cabalgamiento del Subbético Externo sobre el Dominio Intermedio y, de este último sobre el Prebético; estos cabalgamientos tienen una vergencia norte-noroeste. La base de cada uno de ellos está conformada por los materiales detrítico-evaporíticos triásicos, que actúan como una superficie de despegue para la unidad dispuesta inmediatamente encima de ellos.

En el corte geológico I-I' (tomado de la hoja geológica de Torres, que se muestra en la Figura 3E) se puede ver esta estructura. Cada una de las unidades geológicas consideradas

presenta una estructura interna en pliegues anticlinales y sinclinales vergentes también hacia el N-NO.

II.4 Geomorfología

Los grandes conjuntos litológicos que se encuentra en el PN son calizas, dolomías, margocalizas y margas, fundamentalmente del Jurásico. Es decir, hay un claro predominio de los materiales carbonatados, por lo que la geomorfología fundamental del PN será de naturaleza kárstica (tanto exokarst como endokarst).

El relieve del PN está condicionado tanto por la litología como por la estructura en unidades cabalgantes, responsable de las grandes cotas que se alcanzan. La litología, como se indicó anteriormente es el condicionante principal para el desarrollo del karst. En superficie (exokarst) pueden observarse estructuras como lenares, lapiaces y dolinas, así como alguna entrada de cuevas que evidencian la existencia de un endokarst, cuya mejor manifestación son los diferentes manantiales que existen en el PN como el manantial de Fuenmayor en el municipio de Torres, el manantial de Mata Bejid en el municipio de Cambil o el del Arroyo del Gargantón en el municipio de Belmez de la Moraleda (Figura 6C).

II.5 Hidrogeología

La naturaleza eminentemente carbonatada de las rocas que afloran en el PN hace que los acuíferos sean de esta naturaleza; su porosidad y permeabilidad viene incrementada por la existencia de una fracturación muy intensa, debido al comportamiento frágil de las litologías carbonatadas, que favorece la percolación del agua y los procesos de disolución.

Por otro lado, la delimitación de los acuíferos viene dada por la presencia de niveles margosos bien definidos, los materiales lutíticos del Trías, las margas y margocalizas del Cretácico Interior y los sedimentos margosos, atribuidos a la Cuenca del Guadalquivir, que afloran al norte del PN (Figura 5). Esto ha permitido distinguir tres acuíferos

principales, el de Torres-Jimena, el de Cárceles-Carluco y el de Sierra Mágina (Figura 7).

El acuífero de Torres-Jimena, se encuentra entre los pueblos de Torres y Jimena (Figura 7A). El conjunto de materiales permeables que lo constituyen forma parte de una serie de pliegues vergentes al norte y aflora sobre una extensión de 16,4 km². Está constituido principalmente por calizas y dolomías del Cretácico Superior. Una parte de las rocas que constituyen el acuífero son datadas como del Mioceno, materiales pertenecientes a la Cuenca del Guadalquivir, pero que tienen continuidad a efectos de la permeabilidad con las rocas del Prebético del Aznaitín gracias a una serie de fracturas. La capa impermeable sobre la cual se dispone el acuífero es de tipo margocalizas y areniscas, datada como Cretácico.

Las principales surgencias de este acuífero son las de Hútar, con una cota de 720 msnm, al norte del pueblo de Albánchez de Úbeda, el manantial de Cánava situado al sur de Jimena con una cota de 660 msnm, y el manantial del Lavadero, en el sector de Albánchez de Úbeda, con una cota de 805 msnm.

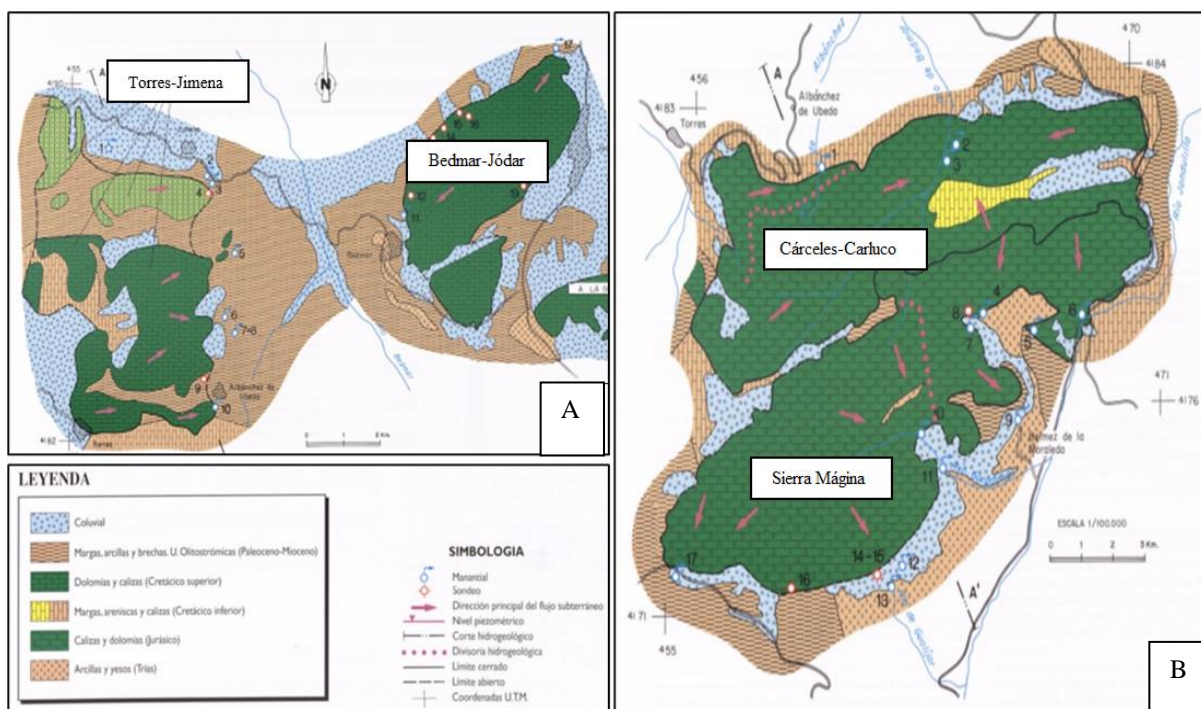


Figura 7. A. Esquema cartográfico simplificado de los acuíferos Bedmar-Jódar y Torres-Jimena. B. Esquema cartográfico simplificado de los acuíferos de Sierra Mágina y de Cárceles-Carluco. Ambos esquemas están tomados del Atlas Hidrogeológico de la provincia de Jaén, editado por la Diputación provincial y el IGME (1997)

El acuífero de Cárceles Carluco, con una extensión superficial de 47 km², Está constituido fundamentalmente por las calizas, calizas margosas y dolomías del Jurásico que aflora en la unidad atribuida al Dominio Intermedio. Al igual que en el acuífero anterior, la fracturación permite un buen desarrollo de la porosidad y permeabilidad de estos materiales. Este acuífero está confinado en su muro por los materiales lutíticos del Triásico, y en su techo por las margas y margocalizas del Cretácico Inferior correlacionadas con la Formación Los Villares.

Los principales manantiales de este acuífero son los de Sistillo 1 y 2 a cota 630 msnm y 650 msnm respectivamente, y el nacimiento del río Albánchez, situado a una cota de 700 msnm.

El acuífero de Sierra Mágina, corresponde a la alineación montañosa de dirección oeste suroeste- este noreste, paralela y situada al sur de la alineación de Cárceles-Carluco, coincidiendo en gran medida con lo que geográficamente se conoce como Sierra Mágina. La litología del acuífero es principalmente dolomías y calizas del Jurásico, asignadas al Subbético Externo. Su extensión superficial es de 55 km². Por el muro, el acuífero está confinado por las arcillas del Trías, que aparecen asociadas al cabalgamiento de la base de la unidad. Las principales surgencias son las de Mata Bejid, situada a una cota de 1020 msnm y el manantial de Gargantón a 1130 msnm. Otras surgencias de carácter menor se encuentran a menos de 800 msnm.

III. LIGs EN EL PARQUE NATURAL DE SIERRA MÁGINA

En el PN de Sierra Mágina se han considerado cinco LIGs que se describen resumidamente a continuación.

Manantial de Fuenmayor (Figura 8A)

Situación Geográfica: El manantial de la Fuenmayor se encuentra en la zona norte del PN de Sierra Magina a unos siete kilómetros en dirección Sur desde el municipio de Torres (Figura 5).

Geología: Este manantial está formado por calizas y dolomías del Jurásico Inferior, pertenecientes al Dominio Intermedio cuyos límites impermeables corresponden a margas del Cretácico Inferior del Prebético y materiales miocenos de la depresión del Guadalquivir.

Características físico-químicas de las aguas: Las aguas presentan facies bicarbonatadas cálcicas, con salinidades entre 350-400 mg/l y valores de conductividad entre 250-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Se trata de aguas con una salinidad media, aptas para el cultivo y con buena calidad química para el consumo humano (Martín Montañés *et al.*, 2010).

Manantial de Mata-Bejid (Figura 8F)

Situación geográfica: El manantial de Mata-Bejid se encuentra situado al sur del PN de Sierra Mágina a unos cinco kilómetros del municipio de Cambil (Figura 5).

Geología: Este manantial está formado por calizas y dolomías del Jurásico Inferior, pertenecientes al Dominio Intermedio, el sustrato impermeable del acuífero corresponde a materiales del Terciario.

Características físico-químicas del agua: Las aguas presentan facies bicarbonatadas magnésico-cálcicas, con una salinidad baja y una conductividad entre 220 y 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas de este acuífero se utilizan en su mayor parte para uso agrícola (Martín Montañés *et al.*, 2010).

Karst de Sierra Mágina (Figura 8D)

Situación geográfica: El paisaje kárstico de Sierra Mágina lo encontramos en la zona centro del PN (Figura 5); es una zona de difícil acceso a la que sólo se podría llegar con vehículos adecuados o a pie.

Geología: La zona de mayor interés geomorfológico del PN corresponde al afloramiento del pico Mágina con una altitud de 2157 metros, desde la que nos permite contemplar la relación entre los procesos kársticos y periglaciares de la zona. Los materiales de este afloramiento son esencialmente dolomías y calizas del Jurásico Inferior, pertenecientes al Subbético Externo. Desde un punto de vista geomorfológico se trataría de un karst muy desarrollado generado por la conjunción de procesos de disolución de carbonatos y de

periglaciario. Como consecuencia, se desarrollan formas exokársticas, principalmente dolinas, así como un lapiaz controlado por las fracturas que afectan a los carbonatos jurásicos

Serie Jurásica del río Cuadros (Figuras 6B y 8B, C)

Situación geográfica: La serie Jurásica del río Cuadros se encuentra al sur del municipio de Bedmar, junto a la ermita de Cuadros y en las proximidades del río Cuadros (Figura 5), que es uno de los cursos fluviales más importantes del Parque Natural de Sierra Mágina.

Geología: La serie jurásica del río Cuadros podría descomponerse en tres zonas; por un lado, los contactos del Jurásico-Cretácico en el flanco norte del anticlinal de Cuadros (Figura 6B), por otro lado, el núcleo de dicho anticlinal, y, por último, el contacto Jurásico-Cretácico en el flanco sur de la estructura en cuestión (Figura 8B y C). La serie jurásica del río Cuadros está formada por calizas y dolomías del Jurásico Inferior (Hettangiense-Pliensbachiense) afectadas por una falla normal, sobre estos materiales aparecen calizas tableadas con alternancias margosas del Toarciense que afloran en el núcleo del anticlinal. Sobre ellas se observan unas calizas oolíticas y dolomías del Jurásico Medio. El Jurásico Superior está representado con unas margas radiolaríticas sobre las que encontramos unas calcarenitas de naturaleza turbidítica, sobre las que afloran unas calizas nodulosas. Merece destacarse que en este LIG el contacto entre los materiales del Jurásico y los del Cretácico muestra rasgos muy diferentes. Así, en el flanco norte del anticlinal del río Cuadros se observa un contacto normal entre ambas unidades litológicas (Figura 6B), mientras que en el flanco sur de esta misma estructura puede verse que los materiales del Jurásico Superior están afectados por una paleofalla de carácter sinsedimentario con respecto a los materiales del Cretácico Inferior, pues estos se disponen dando un abanico de capas que amortiguan la deformación inducida por dicha paleofalla (Figura 8C)

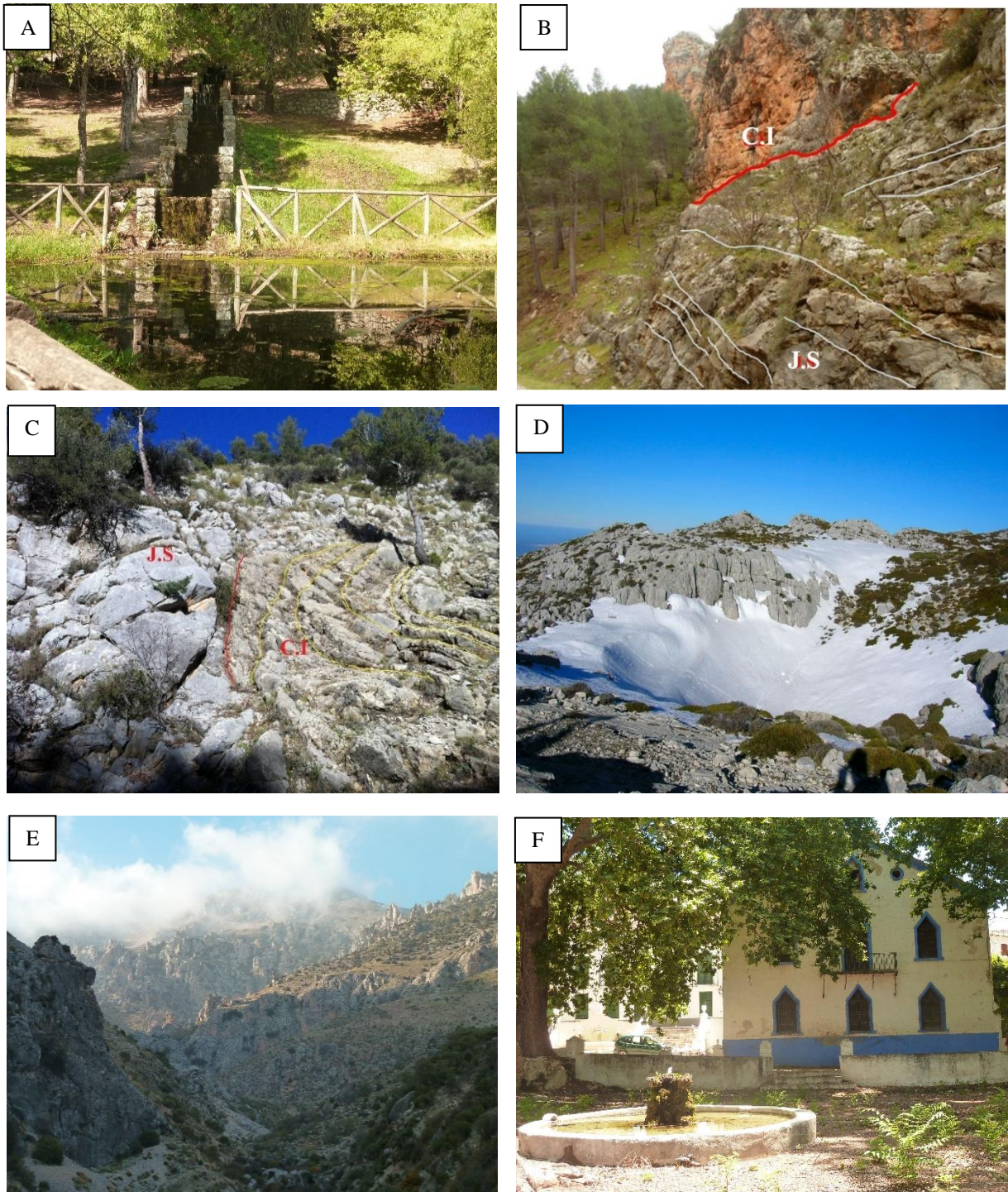


Figura 8 Fotografías de los Lugares de Interés Geológico del Parque Natural de Sierra Mágina. A. Manantial de Fuenmayor, fotografía Camille Labrousse. B. Discordancia entre los materiales del Jurásico Superior y Cretácico Inferior debido a la paleofalla que los separa y que se muestra en la imagen 8C (flanco sur del Anticlinal de Cuadros). Fotografía Camille Labrousse. C. Contacto Jurásico-Cretácico en el flanco sur del anticlinal de Cuadros. Puede verse como una paleofalla afecta a los materiales del Jurásico Superior (JS) y cómo los del Cretácico Inferior (CI) se disponen dando un abanico de capas con una geometría controlada por una paleofalla. D. Dolina del Karst de Sierra Mágina, tomada en la ventana del visitante del Parque Natural de Sierra Mágina <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/servtc5/ventana/fotografias.do?sig=8&idEspacio=7424> E. Paisaje kárstico del manantial del Gargantón. F. Fuente y antiguo balneario de los manantiales de Mata Bejid, fotografía Camille Labrousse

Manantial el Gargantón. (Figura 8E)

Situación geográfica: El manantial el Gargantón se encuentra situado a unos tres kilómetros al oeste del municipio de Bélmez de la Moraleda (Figura 5).

Geología: El manantial del Gargantón se encuentra situado en un valle fluvial desarrollado en el contacto entre las dolomías del Jurásico Inferior (Subbético Externo) y las arcillas rojas del Triásico Superior (facies Keuper). El valle fluvial se encaja en los materiales del Jurásico que forman la Unidad Tectónica de Mágina-Sierra Mágina alcanzando en su fondo los materiales impermeables del Triásico Superior.

Características físico-químicas del agua: Las aguas presentan facies bicarbonatadas cálcicas, con una salinidad baja y una conductividad entre 220 y 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Las aguas de este manantial están muy poco mineralizadas y se utilizan en su mayor parte para uso agrícola (Martín Montañés *et.al.*, 2010).

IV. VALORACION DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO

Los lugares de interés Geológico del PN de Sierra Magina considerados en este trabajo se han tomado de la base de datos que la Consejería de Medio Ambiente generó en relación con La Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad (www.juntadeandalucia.es/medioambiente), que está implementada en *Google Earth*. Su situación en el PN puede verse en el mapa de la Figura 5 y en la Tabla 1. La valoración de estos LIGs se hará utilizando la metodología propuesta por Villalobos *et al.* (2004) y Brilha (2015). La metodología propuesta por los primeros autores fue la que se utilizó en la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad.

Ambos procedimientos consideran 3 valores a evaluar, el científico o intrínseco, el didáctico y el turístico; no obstante, cada uno de estos valores tiene criterios y valores de ponderación diferentes en cada uno de estos métodos. Además, el método de Brilha (2015) considera también una valoración del riesgo de degradación, de forma que permite ponderar la vulnerabilidad de los diferentes LIGs.

Coordenadas (ETRS89 UTM30)	Manantial de Fuen Mayor	Manantial de Mata Bejid	Karst de Sierra Mágina	Secuencia Jurásica del Río Cuadros	Manantial el Gargantón
X	455793.5093	454995.0143	459681.3181	463842.4944	462910.6279
Y	4178459.209	4171885.724	4175820.372	4181462.125	4175089.122

Tabla 1: Coordenadas en el sistema ETRS 89 UTM 30 de los Lugares de Interés Geológico del Parque Natural de Sierra Mágina

IV.1 Valoración de LIGs según el método de Villalobos *et al.* (2004)

Villalobos *et al.* (2004) establecen un método semicuantitativo fundamentado en las ideas de Cendrero (1996), considerando un valor científico, otro didáctico y finalmente otro turístico. Para evaluar cada uno de los valores establece diversos criterios a los que asigna unos pesos a partir de aproximaciones mediante el método de ensayo-error utilizando métodos estadísticos. Los resultados obtenidos con este procedimiento fueron cotejados con una muestra compuesta por un 5% de LIGs del Inventario Andaluz de Georrecursos cuyo valor había sido estimado por un panel de expertos. En las Tablas 2, 3 y 4 se muestran los diferentes criterios utilizados para evaluar los valores considerados por estos autores. La suma de los pesos de los criterios de un valor determinado es de 100, por lo que puede considerarse que cada peso representa un porcentaje de representatividad en el valor considerado.

Valor	Criterio (x Peso)
Científico	Representatividad (x40)
	Carácter de Localidad Tipo (x30)
	Índice Bibliométrico (x20)
	Condiciones de Observación (x10)

Tabla 2. Criterios y pesos del valor científico de acuerdo con el método de Villalobos *et al.* (2004)

Valor	Criterio (x Peso)
Didáctico	Condiciones de Observación (x10)
	Accesibilidad (x10)
	Infraestructura logística (x5)
	Posición en la RENPA (x10)
	Fragilidad (x15)
	Asociación con otros recursos ecoculturales (x20)
	Potencialidad didáctica (x20)
	Demanda potencial inmediata (x10)

Tabla 3. Criterios y pesos del valor didáctico de acuerdo con el método de Villalobos et al. (2004)

Valor	Criterio (x Peso)
Turístico	Accesibilidad (x15)
	Infraestructura logística (x5)
	Posición en la RENPA (x10)
	Fragilidad (x15)
	Asociación con otros recursos ecoculturales (x20)
	Potencialidad didáctica (x10)
	Espectacularidad (x25)

Tabla 4. Criterios y pesos del valor turístico de acuerdo con el método de Villalobos et al. (2004)

Cada uno de los criterios mostrados en las Tablas anteriores se puede definir por una serie de indicadores a los que se asigna una puntuación siguiendo las indicaciones de Cendrero (1996). Así en las Tablas 5, 6, 7 se presenta respectivamente los indicadores correspondientes a cada criterio de los valores científico, didáctico y turístico.

Criterio (x Peso)	Definición Criterio	Puntuación
Representatividad (x40)	Mejor ejemplo representativo de Andalucía de un contexto geológico y representativo de otros	5 puntos
	Mejor ejemplo representativo de Andalucía de un solo contexto geológico	4 puntos
	Muy representativo, aunque no el mejor, en Andalucía de más de un contexto geológico	3 puntos
	Muy representativo, aunque no el mejor de Andalucía de un solo contexto geológico	2 puntos
	Ninguno de los anteriores	1 punto

Carácter de Localidad Tipo (x30)	Estratotipo aceptado por la IUGS o formalmente propuesto a la IUGS. Localidad tipo de rocas o minerales	5 puntos
	Localidades de referencia en su contexto internacionalmente usadas. Localidades tipo de fósiles de amplia aceptación científica	4 puntos
	Localidades de referencia en su contexto de carácter regional	3 puntos
	Localidades tipo de Biozonas. Localidad donde se ha definido por primera vez en Andalucía un fenómeno geológico singular	2 puntos
	Ninguno de los anteriores	1 punto
Índice Bibliométrico (x20)	Investigado por más de un equipo científico y con más de un trabajo publicado referenciado en el Science Citation Index (SCI)	5 puntos
	Investigado por un equipo científico y con más de un trabajo publicado referenciado en el SCI	4 puntos
	Existen trabajos publicados, pero solo hay uno referenciado en el SCI	3 puntos
	No existen trabajos referenciados en el SCI	2 puntos
	No se conocen trabajos publicados	1 punto
Condiciones de Observación (x10)	Observable en su integridad con facilidad	5 puntos
	Observable en su integridad con cierta dificultad	4 puntos
	No se observa en su integridad, pero ello no impide apreciar sus rasgos o características esenciales	3 puntos
	No se observa en su integridad y se pierden parcialmente determinados rasgos o características, aunque no esenciales	2 puntos
	No se observa en su integridad y se pierden parcialmente determinados rasgos o características esenciales	1 punto

Tabla 5. Evaluación cuantitativa del valor científico según Villalobos et al. (2004)

Criterio (x Peso)	Definición Criterio	Puntuación
Condiciones de observación (x10)	Observable en su integridad con facilidad	5 puntos
	Observable en su integridad con cierta dificultad	4 puntos
	No se observa en su integridad, pero ello no impide apreciar sus rasgos o características esenciales	3 puntos
	No se observa en su integridad y se pierden parcialmente determinados rasgos o características, aunque no esenciales	2 puntos
	No se observa en su integridad y se pierden parcialmente determinados rasgos o características esenciales	1 punto
Accesibilidad (x10)	Acceso directo desde carretera nacional o comarcal	5 puntos
	Acceso directo desde carretera local	4 puntos
	Acceso directo desde caminos sin asfaltas, pero transitables	3 puntos
	A menos de 1km de algún camino transitable con vehículo	2 puntos
	A más de 1km de algún camino transitable con vehículo	1 punto

Infraestructura logística (x5)	Existen adecuados servicios de alojamiento y restauración para grupos de 50 personas a menos de 5km	5 puntos
	Existen adecuados servicios de alojamiento y restauración para grupos de 50 personas a menos de 50km	3 puntos
	No existen adecuados servicios de alojamiento y restauración para grupos de 50 personas a menos de 50km	1 punto
Posición en la RENPA (x10)	Incluido en un municipio cuyo territorio esta total o parcialmente declarado Espacio Natural Protegido.	5 puntos
	Incluido en un municipio con territorio declarado Espacio Natural Protegido a menos de 5 km de distancia	3 puntos
	Ninguno de los anteriores	1 punto
Fragilidad (x15)	Rasgos geomorfológicos, estructuras o sucesiones estratigráficas de dimensiones kilométricas a hectométricas difícilmente deteriorables por actividades de uso público	5 puntos
	Rasgos geomorfológicos, estructuras o sucesiones estratigráficas de dimensiones hectométricas a decamétricas que podrían sufrir un cierto deterioro por actividades de uso público y yacimientos paleontológicos o mineralógicos con posibilidad de extraer muestras, minerales o fósiles	3 puntos
	Rasgos geomorfológicos, estructuras o sucesiones estratigráficas de dimensiones decamétricas a métricas con alta fragilidad para actividades de uso público y yacimientos paleontológicos o mineralógicos de fácil depredación	1 punto
Asociación con otros recursos ecoculturales (x20)	Presencia de más de 5 localidades inventariadas en un radio menor a 5km	5 puntos
	Presencia de entre 3 y 5 localidades inventariadas en un radio menor a 5km	3 puntos
	Ninguno de los casos anteriores	1 punto
Potencialidad didáctica (x20)	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos para cualquier nivel del sistema educativo. Apta además para la explicación de procesos de interés medioambiental entre grupos o sectores sociales no integrados específicamente en el sistema educativo formal	5 puntos
	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos para cualquier nivel del sistema educativo	4 puntos
	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos para los niveles educativos de Primaria, Secundaria, Bachiller y ciclos universitarios	3 puntos
	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos para los niveles educativos de Bachiller y ciclos universitarios	2 puntos
	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos solo para los niveles educativos de ciclos universitarios	1 punto
Demanda potencial inmediata (x10)	Más de 500 000 habitantes en un radio de 25km	5 puntos
	Entre 300 000 y 500 000 habitantes en un radio de 25km	4 puntos
	Entre 100 000 y 300 000 habitantes en un radio de 25km	3 puntos
	Entre 50 000 y 100 000 habitantes en un radio de 25km	2 puntos
	Menos de 50 000 habitantes en un radio de 25km	1 punto

Tabla 6. Evaluación cuantitativa del valor didáctico según Villalobos et al. (2004)

Criterio (x Peso)	Definición Criterio	Puntuación
Accesibilidad (x15)	Acceso directo desde carretera nacional o comarcal	5 puntos
	Acceso directo desde carretera local	4 puntos
	Acceso directo desde caminos sin asfaltas, pero transitables	3 puntos
	A menos de 1km de algún camino transitable con vehículo	2 puntos
	A más de 1km de algún camino transitable con vehículo	1 punto
Infraestructura logística (x5)	Existen adecuados servicios de alojamiento y restauración para grupos de 50 personas a menos de 5km	5 puntos
	Existen adecuados servicios de alojamiento y restauración para grupos de 50 personas a menos de 50km	3 puntos
	No existen adecuados servicios de alojamiento y restauración para grupos de 50 personas a menos de 50km	1 punto
Posición en la RENPA (x10)	Incluido en un municipio cuyo territorio esta total o parcialmente declarado Espacio Natural Protegido.	5 puntos
	Incluido en un municipio con territorio declarado Espacio Natural Protegido a menos de 5 km de distancia	3 puntos
	Ninguno de los anteriores	1 punto
Fragilidad (x15)	Rasgos geomorfológicos, estructuras o sucesiones estratigráficas de dimensiones kilométricas a hectométricas difícilmente deteriorables por actividades de uso público	5 puntos
	Rasgos geomorfológicos, estructuras o sucesiones estratigráficas de dimensiones hectométricas a decamétricas que podrían sufrir un cierto deterioro por actividades de uso público y yacimientos paleontológicos o mineralógicos con posibilidad de extraer muestras, minerales o fósiles	3 puntos
	Rasgos geomorfológicos, estructuras o sucesiones estratigráficas de dimensiones decamétricas a métricas con alta fragilidad para actividades de uso público y yacimientos paleontológicos o mineralógicos de fácil depredación	1 punto
Asociación con otros recursos ecoculturales (x20)	Presencia de más de 5 localidades inventariadas en un radio menor a 5km	5 puntos
	Presencia de entre 3 y 5 localidades inventariadas en un radio menor a 5km	3 puntos
	Ninguno de los casos anteriores	1 punto
Potencialidad didáctica (x10)	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos para cualquier nivel del sistema educativo. Apta además para la explicación de procesos de interés medioambiental entre grupos o sectores sociales no integrados específicamente en el sistema educativo formal	5 puntos
	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos para cualquier nivel del sistema educativo	4 puntos
	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos para los niveles educativos de Primaria, Secundaria, Bachiller y ciclos universitarios	3 puntos
	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos para los niveles educativos de Bachiller y ciclos universitarios	2 puntos
	Ejemplifica claramente contenidos curriculares válidos solo para los niveles educativos de ciclos universitarios	1 punto
Espectacularidad (x25)	Utilizado en la iconografía turística a nivel nacional y regional	5 puntos
	Utilizado en la iconografía turística a nivel provincial y local	3 puntos
	Ninguno de los casos anteriores	1 punto

Tabla 7. Evaluación cuantitativa del valor turístico según Villalobos et al. (2004)

A partir de los índices mostrados en las Tablas 2 a 7, se ha calculado el valor científico, didáctico y turístico de cada LIG del PN de Sierra Mágina; los resultados están representados en las Tablas siguientes (Tablas 8 a 22).

1- Manantial de la Fuenmayor

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	40	2	80
	Carácter de Localidad Tipo	30	1	30
	Índice Bibliométrico	20	2	40
	Condiciones de Observación	10	5	50
	TOTAL			200

Tabla 8. Resultado de la evaluación del valor científico para el LIG de la Fuenmayor, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et al. (2004)

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Condiciones de observación	10	5	50
	Accesibilidad	10	4	40
	Infraestructura logística	5	5	25
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	3	45
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	20	5	100
	Demanda potencial inmediata	10	1	10
	TOTAL			340

Tabla 9. Resultado de la evaluación del valor didáctico para el LIG de la Fuenmayor, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Accesibilidad	15	4	60
	Infraestructura logística	5	5	25
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	3	45
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	10	5	50
	Espectacularidad	25	3	75
	TOTAL			325

Tabla 10. Resultado de la evaluación del valor turístico para el LIG de la Fuenmayor, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

2- Manantial de Mata Bejid

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	40	2	80
	Carácter de Localidad Tipo	30	1	30
	Índice Bibliométrico	20	2	40
	Condiciones de Observación	10	4	40
	TOTAL			190

Tabla 11. Resultado de la evaluación del valor científico para el LIG del manantial de Mata Bejid, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Condiciones de observación	10	4	40
	Accesibilidad	10	5	50
	Infraestructura logística	5	5	25
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	3	45
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	20	5	100
	Demanda potencial inmediata	10	1	10
	TOTAL			340

Tabla 12. Resultado de la evaluación del valor didáctico para el LIG del manantial de Mata Bejid, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Accesibilidad	15	5	75
	Infraestructura logística	5	5	25
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	3	45
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	10	5	50
	Espectacularidad	25	3	75
	TOTAL			340

Tabla 13. Resultado de la evaluación del valor turístico para el LIG del manantial de Mata Bejid, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

3- Karst de Sierra Mágina

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	40	4	160
	Carácter de Localidad Tipo	30	2	60
	Índice Bibliométrico	20	2	40
	Condiciones de Observación	10	4	40
	TOTAL			300

Tabla 14. Resultado de la evaluación del valor científico para el LIG del Karst de Sierra Mágina, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Condiciones de observación	10	4	40
	Accesibilidad	10	1	10
	Infraestructura logística	5	3	15
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	5	75
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	20	3	60
	Demanda potencial inmediata	10	1	10
	TOTAL			280

Tabla 15. Resultado de la evaluación del valor didáctico para el LIG del Karst de Sierra Mágina, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Accesibilidad	15	1	15
	Infraestructura logística	5	3	15
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	5	75
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	10	3	30
	Espectacularidad	25	1	25
	TOTAL			230

Tabla 16. Resultado de la evaluación del valor turístico para el LIG del Karst de Sierra Mágina, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

4- Serie Jurásica del Río Cuadros

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	40	4	160
	Carácter de Localidad Tipo	30	1	30
	Índice Bibliométrico	20	5	100
	Condiciones de Observación	10	4	40
	TOTAL			330

Tabla 17. Resultado de la evaluación del valor científico para el LIG de la Serie Jurásica del Río Cuadros, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Condiciones de observación	10	5	50
	Accesibilidad	10	3	30
	Infraestructura logística	5	3	15
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	5	75
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	20	3	60
	Demanda potencial inmediata	10	1	10
	TOTAL			310

Tabla 18. Resultado de la evaluación del valor didáctico para el LIG de la Serie Jurásica del Río Cuadros, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Accesibilidad	15	3	45
	Infraestructura logística	5	3	15
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	5	75
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	10	3	30
	Espectacularidad	25	3	75
	TOTAL			310

Tabla 19. Resultado de la evaluación del valor turístico para el LIG de la Serie Jurásica del Río Cuadros, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

5- Manantial el Gargantón

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	40	1	40
	Carácter de Localidad Tipo	30	1	30
	Índice Bibliométrico	20	1	20
	Condiciones de Observación	10	4	40
	TOTAL			130

Tabla 20. Resultado de la evaluación del valor científico para el LIG del Manantial el Gargantón, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Condiciones de observación	10	4	40
	Accesibilidad	10	2	20
	Infraestructura logística	5	3	15
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	5	75
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	20	3	60
	Demanda potencial inmediata	10	1	10
	TOTAL			290

Tabla 21. Resultado de la evaluación del valor didáctico para el LIG del Manantial el Gargantón, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et.al (2004)

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Accesibilidad	15	1	15
	Infraestructura logística	5	3	15
	Posición en la RENPA	10	5	50
	Fragilidad	15	5	75
	Asociación con otros recursos ecoculturales	20	1	20
	Potencialidad didáctica	10	3	30
	Espectacularidad	25	1	25
	TOTAL			230

Tabla 22 Resultado de la evaluación del valor turístico para el LIG del Manantial el Gargantón, de acuerdo con el procedimiento de Villalobos et al. (2004)

En la Tabla 23 se sintetizan los resultados obtenidos de aplicar la metodología de Villalobos *et al.* (2004) que detalladamente se han mostrado en las Tablas anteriores.

VALOR	Manantial de Fuenmayor	Manantial de Mata Bejid	Karst de Sierra Mágina	Serie Jurásica del río Cuadros	Manantial del Gargantón
Científico	200	190	300	330	130
Didáctico	340	340	280	310	290
Turístico	325	340	230	310	230

Tabla 23 Resultados de la valoración numérica de los LIGs para los valores científico, didáctico y turístico conforme a la metodología de Villalobos *et al.* (2004)

La puntuación máxima que pueda obtener un LIG en un valor determinado es de 500. Estos autores elaboraron una equivalencia entre los resultados numéricos y cualitativos, de forma que, a un rango de valores numéricos, corresponde un valor cualitativo. En la Tabla 24 se recoge esta equivalencia entre rango de valores numéricos y valor cualitativo.

Valor numérico	Valor cualitativo
100 - 200	Bajo
201 - 300	Moderado
301 - 400	Alto
401 - 500	Muy Alto

Tabla 24. Equivalencia entre la valoración cuantitativa y la valoración cualitativa según Villalobos *et al.* (2004)

Si se aplica la equivalencia de la Tabla 24 a los datos de la Tabla 23, resulta la valoración cualitativa mostrada en la Tabla 25. El LIG que tiene mayor valor científico o intrínseco, como se explicó en la introducción de este trabajo, es la Serie Jurásica del río Cuadros (valor claramente alto); está seguido por el Karst de Sierra Mágina (máximo valor numérico atribuido al rango de moderado). El manantial de Fuenmayor está en el límite superior del valor bajo mientras que los LIGs correspondientes a los manantiales de Mata Bejid y del Gargantón presentan una valoración científica claramente baja.

En el valor didáctico, todos los LIGs de Sierra Mágina muestran valoraciones de moderado a alto. Entre los que presentan mayor valor didáctico, cabe destacar los manantiales de la Fuenmayor y de Mata Bejid (valor claramente alto), seguidos por la

Serie Jurásica del Río Cuadros (valor alto). El manantial del Gargantón y el Karst de Sierra Mágina presentan un valor didáctico moderado, aunque están en el rango superior de esa valoración.

La mayoría de los LIGs presentan un valor turístico alto (Tabla 25); el Manantial de Mata Bejid es el LIG que tiene mayor puntuación (valor claramente alto). El Manantial de Fuenmayor y la Serie Jurásica del río Cuadros también tienen un valor turístico alto. Los que han presentado una valoración menor son el karst de Sierra Mágina y el manantial del Gargantón, que han obtenido un valor moderado (Tabla 25).

VALOR	Manantial de Fuenmayor	Manantial de Mata Bejid	Karst de Sierra Mágina	Serie Jurásica del río Cuadros	Manantial del Gargantón
Científico	bajo	bajo	moderado	alto	bajo
Didáctico	alto	alto	moderado	alto	moderado
Turístico	alto	alto	moderado	alto	moderado

Tabla 25. Resultados de la valoración cualitativa de los LIGs según el procedimiento de Villalobos *et al.* (2004)

IV.2 Valoración de LIGs utilizando el procedimiento de Brilha (2015)

Al igual que en el método anterior, Brilha (2015) considera un valor científico, otro didáctico y un valor turístico, además del valor del riesgo de degradación. Para cada uno de estos cuatro valores define un sistema de criterios, pesos, indicadores y puntuaciones para cada indicador. Desde un punto de vista estructural, la metodología que propone este autor es muy similar a la de Villalobos *et al.* (2004). No obstante, se establecen algunas diferencias entre ambos métodos en tanto que los criterios e indicadores correspondientes a cada criterio son mayores en número, lo que permite una mayor casuística en la definición de los caracteres del LIG. Además, estima también el potencial de riesgo de degradación del elemento geológico valorado, lo que permite adelantar medidas de geoconservación. Para cada uno de los criterios considerados para cada valor la suma de

todos los pesos debe ser de 100. En las Tablas 26, 27 y 28 se presentan, para cada valor considerado de acuerdo con la metodología de Brilha (2015), los criterios de valoración y el peso asignado a cada uno de estos últimos. La valoración del riesgo de degradación está detallada en el apartado IV.3.

Valor	Criterio (x Peso)
Científico	Representatividad (x30)
	Localidad clave (x20)
	El conocimiento científico (x5)
	Integridad (x15)
	La diversidad geológica (x5)
	Rareza (x15)
	Limitaciones de uso (x10)

Tabla 26. Criterios y pesos del valor científico según Brilha (2015)

Valor	Criterio (x Peso)
Didáctico	Vulnerabilidad (x10)
	Accesibilidad (x10)
	Limitaciones de uso (X5)
	Seguridad (x10)
	Logística (x5)
	Densidad de población (x5)
	Asociación con otros valores (x5)
	Paisajismo (x5)
	Singularidad (x5)
	Condiciones de la observación (x10)
	Potencial didáctico (x20)
	Diversidad Geológica (x10)

Tabla 27. Criterios y pesos del valor didáctico según Brilha (2015)

Valor	Criterio (x Peso)
Turístico	Vulnerabilidad (x10)
	Accesibilidad (x10)
	Limitaciones de uso (x5)
	Seguridad (x10)
	Logística (x5)
	Densidad de población (x5)
	Asociación con otros valores (x 5)
	Paisajismo (x15)
	Singularidad (x10)
	Condiciones de observación (x5)
	Potencial interpretativo (x10)
	Nivel económico (x5)
	Proximidad a áreas recreativas (x5)

Tabla 28. Criterios y pesos del valor turístico según Brilha (2015)

En las Tablas 29 a 31 se muestran los diferentes indicadores, con su puntuación correspondiente, que sirven para cuantificar los criterios definidos para cada uno de los valores considerados.

Criterio (x Peso)	Definición Criterio	Puntuación
Representatividad (x30)	El LIG es el mejor ejemplo en el área de estudio de los elementos o procesos ilustrados, relacionados con el marco geológico que se examina.	4 puntos
	El LIG es un buen ejemplo en el área de estudio de los elementos o procesos ilustrados, relacionados con el marco geológico que se examina	2 puntos
	El LIG ilustra razonablemente elementos o procesos en el área de estudio, en relación con el marco geológico bajo consideración.	1 punto
Localidad clave (x20)	El LIG es reconocido como GSSP o ASSP o tiene referencia en un IMA	4 puntos
	El LIG es utilizado por la ciencia internacional, directamente relacionado con el marco geológico considerado.	2 puntos
	El LIG es utilizado por la ciencia nacional, directamente relacionado con el marco geológico considerado.	1 punto
Conocimiento científico (x5)	Existen artículos en revistas científicas internacionales sobre este enclave geológico, relacionados en forma directa con el marco geológico.	4 puntos
	Existen publicaciones científicas nacionales sobre el LIG, directamente relacionados con el marco geológico que se examina.	2 puntos
	Existen resúmenes presentados en eventos científicos internacionales sobre este LIG directamente relacionados con el marco geológico considerado	1 punto

Integridad (x15)	Los elementos geológicos principales relacionados con el marco geológico que se trata están muy bien conservados.	4 puntos
	El LIG no está bien conservado, pero los principales elementos geológicos, del marco geológico que se trata, están siendo preservados.	2 puntos
	El LIG tiene problemas de conservación y los principales elementos geológicos, del marco geológico que se trata, están bastante alterados o modificados	1 punto
Diversidad geológica (x5)	LIG con más de tres tipos distintos de características geológicas con relevancia científica.	4 puntos
	LIG con tres tipos distintos de características geológicas de relevancia científica.	2 puntos
	LIG con dos tipos distintos de características geológicas de relevancia científica	1 punto
Rareza (x 15)	El LIG es la única representación de este tipo en el área de estudio, dentro de lo que representa el marco geológico bajo consideración.	4 puntos
	En el área de estudio, no existen más de dos o tres ejemplos de Patrimonio Geológico similares, dentro del marco geológico bajo consideración.	2 puntos
	En el área de estudio, hay entre cuatro y cinco ejemplos de Patrimonio Geológico similares, que representan el marco geológico bajo consideración.	1 punto
Limitaciones de uso (x10)	El LIG no tiene limitaciones (permisos legales, barreras físicas,...) para el muestreo del trabajo de campo.	4 puntos
	Es posible recoger muestras y hacer trabajos de campo después de superar las limitaciones de uso.	2 puntos
	El muestreo y el trabajo de campo es muy difícil de llevar a cabo por dos limitaciones difíciles de superar (permisos legales, barreras físicas,...).	1 punto

Tabla 29. Evaluación cuantitativa del valor científico según Brilha (2015)

Criterio (x Peso)	Definición Criterio	Puntuación
Vulnerabilidad (x10)	Los elementos geológicos del LIG no presentan deterioro por la actividad antrópica	4 puntos
	Existe la posibilidad de deterioro de los elementos geológicos secundarios por la actividad antrópica.	3 puntos
	Existe la posibilidad de deterioro de los principales elementos geológicos por la actividad antrópica	2 puntos
	Existe la posibilidad de deterioro de todos los elementos geológicos por la actividad antrópica.	1 punto
Accesibilidad (x10)	El LIG está ubicado a menos de 100 metros de una carretera asfaltada y con aparcamiento para autobuses.	4 puntos
	El LIG está ubicado a menos de 500 metros de una carretera asfaltada.	3 puntos
	El LIG es accesible por autobús, pero a través de un camino de piedras.	2 puntos
	El LIG esta sin acceso directo por carretera, pero a menos de 1 km de una carretera de acceso en autobús.	1 punto
Limitaciones de uso (x5)	El LIG no tiene limitación para ser utilizado por estudiantes y turistas.	4 puntos
	El LIG puede ser utilizado por estudiantes y turistas, pero solo de vez en cuando	3 puntos
	El LIG puede ser utilizado por estudiantes y turistas, pero solo después de superar las limitaciones (legales, permisos, físicas, inundaciones).	2 puntos

	El uso por estudiantes y turistas es muy difícil de llevarse a cabo debido a las limitaciones difíciles de superar (legales, permisos, físicos, inundaciones.)	1 punto
Seguridad (x10)	Lugar con instalaciones de seguridad (rejas, escaleras, pasamanos, etc) la cobertura de telefonía y situado a menos de 5 km de los servicios de emergencia.	4 puntos
	Lugar con instalaciones de seguridad (rejas, escaleras, pasamanos, etc.) la cobertura de telefonía y situados a menos de 25 km de los servicios de emergencia	3 puntos
	Lugar con instalaciones de seguridad pero con cobertura telefónica y situado a menos de 50 km de los servicios de emergencia.	2 puntos
	Lugar sin instalaciones de seguridad, sin cobertura de telefonía móvil y ubicada a más de 50 km de los servicios de emergencia.	1 punto
Logística (x5)	Existen alojamientos y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 15 km del LIG.	4 puntos
	Existen alojamientos y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 50 km del LIG.	3 puntos
	Existen alojamientos y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 100 km del LIG.	2 puntos
	Existen alojamientos y restaurantes para grupos de menos de 25 personas y a menos de 50 km de distancia del LIG.	1 punto
Densidad de población (x5)	El LIG está ubicado en un municipio con más de 100 habitantes/ km ²	3 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con 100 a 250 habitantes/ km ²	2 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con menos de 100 habitantes/ km ²	1 punto
Asociación de otros valores (x5)	Aparición de varios valores ecológicos y culturales a menos de 5 km de distancia del LIG.	4 puntos
	Aparición de varios valores ecológicos y culturales a menos de 10 km del LIG.	3 puntos
	Aparición de un valor ecológico y un valor cultural a menos de 10 km del LIG.	2 puntos
	Aparición de un valor ecológico o cultural a menos de 10 km de distancia del LIG.	1 punto
Paisajismo (x5)	La zona se utiliza actualmente como un destino turístico en las campañas nacionales.	4 puntos
	La zona se utiliza ocasionalmente como destino turístico en las campañas nacionales.	3 puntos
	La zona se utiliza actualmente como un destino turístico en campañas locales	2 puntos
	La zona de vez en cuando se utiliza como destino turístico en campañas locales.	1 punto
Singularidad (x5)	Las características de la zona lo convierten en un sitio único y no común teniendo en cuenta esto y los países vecinos.	4 puntos
	Sitio único y de características poco comunes en el país.	3 puntos
	Lugar de características comunes en la región, pero que no son comunes en otras regiones del país.	2 puntos
	El LIG es espectacular en el lugar, pero común en todo el país	1 punto
Condiciones de observación (x10)	Todos los elementos geológicos se observan en buenas condiciones.	4 puntos
	Hay algunos obstáculos que dificultan la observación de algunos elementos geológicos	3 puntos

	Hay elementos obstáculos que dificultan la observación de los principales elementos geológicos.	2 puntos
	Hay obstáculos que casi hacen imposible la observación de los principales elementos geológicos.	1 punto
Potencial didáctico (x20)	El LIG presenta elementos geológicos que se imparten en todos los niveles de enseñanza.	4 puntos
	El LIG presenta elementos geológicos que se enseñan en las escuelas primarias.	3 puntos
	El LIG presenta elementos geológicos que se enseñan en las escuelas secundarias.	2 puntos
	El LIG presenta elementos geológicos que se enseñan en la universidad	1 punto
Diversidad geológica (x10)	Dentro del LIG hay más de 3 tipos de elementos de geodiversidad (mineralógicos, paleontológicos, geomorfológicos, etc.).	4 puntos
	Hay 3 tipos de elementos de geodiversidad en el LIG.	3 puntos
	Hay 2 tipos de elementos de geodiversidad en el LIG.	2 puntos
	Hay solo 1 tipo de elemento de geodiversidad en el LIG.	1 punto

Tabla 30. Evaluación cuantitativa del valor didáctico según Brilha (2015)

Criterio (x Peso)	Definición Criterio	Puntuación
Vulnerabilidad (x10)	Los elementos geológicos del LIG no presentan deterioro por la actividad antrópica	4 puntos
	Existe la posibilidad de deterioro de los elementos geológicos secundarios por la actividad antrópica.	3 puntos
	Existe la posibilidad de deterioro de los principales elementos geológicos por la actividad antrópica	2 puntos
	Existe la posibilidad de deterioro de todos los elementos geológicos por la actividad antrópica.	1 punto
Accesibilidad (x10)	El LIG está ubicado a menos de 100 metros de una carretera asfaltada y con aparcamiento para autobuses.	4 puntos
	El LIG está ubicado a menos de 500 metros de una carretera asfaltada.	3 puntos
	El LIG es accesible por autobús, pero a través de un camino de piedras.	2 puntos
	El LIG está sin acceso directo por carretera, pero a menos de 1 km de una carretera de acceso en autobús.	1 punto
Limitaciones de uso (x5)	El LIG no tiene limitación para ser utilizado por estudiantes y turistas.	4 puntos
	El LIG puede ser utilizado por estudiantes y turistas, pero solo de vez en cuando	3 puntos
	El LIG puede ser utilizado por estudiantes y turistas, pero solo después de superar las limitaciones (legales, permisos, físicas, inundaciones).	2 puntos
	El uso de estudiantes y turistas es muy difícil de llevarse a cabo debido a las limitaciones difíciles de superar (legales, permisos, físicos, inundaciones.)	1 punto
Seguridad (x10)	Lugar con instalaciones de seguridad (rejas, escaleras, pasamanos, etc) la cobertura de telefonía y situado a menos de 5 km de los servicios de emergencia.	4 puntos
	Lugar con instalaciones de seguridad (rejas, escaleras, pasamanos, etc.) la cobertura de telefonía y situados a menos de 25 km de los servicios de emergencia	3 puntos

	Lugar con instalaciones de seguridad pero con cobertura telefónica y situado a menos de 50 km de los servicios de emergencia.	2 puntos
	Lugar sin instalaciones de seguridad, sin cobertura de telefonía móvil y ubicada a más de 50 km de los servicios de emergencia.	1 punto
Logística (x5)	Existen alojamientos y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 15 km del LIG.	4 puntos
	Existen alojamientos y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 50 km del LIG.	3 puntos
	Existen alojamientos y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 100 km del LIG.	2 puntos
	Existen alojamientos y restaurantes para grupos de menos de 25 personas y a menos de 50 km de distancia del LIG.	1 punto
Densidad de población (x5)	El LIG está ubicado en un municipio con más de 100 habitantes/ km ²	3 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con 100 a 250 habitantes/ km ²	2 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con menos de 100 habitantes/ km ²	1 punto
Asociación de otros valores (x5)	Aparición de varios valores ecológicos y culturales a menos de 5 km de distancia del LIG.	4 puntos
	Aparición de varios valores ecológicos y culturales a menos de 10 km del LIG.	3 puntos
	Aparición de un valor ecológico y un valor cultural a menos de 10 km del LIG.	2 puntos
	Aparición de un valor ecológico o cultural a menos de 10 km de distancia del LIG.	1 punto
Paisajismo (x15)	La zona se utiliza actualmente como un destino turístico en las campañas nacionales.	4 puntos
	La zona se utiliza ocasionalmente como destino turístico en las campañas nacionales.	3 puntos
	La zona se utiliza actualmente como un destino turístico en campañas locales	2 puntos
	La zona de vez en cuando se utiliza como destino turístico en campañas locales.	1 punto
Singularidad (x10)	Las características de la zona lo convierten en un sitio único y no común teniendo en cuenta esto y los países vecinos.	4 puntos
	Sitio único y de características poco comunes en el país.	3 puntos
	Lugar de características comunes en la región, pero que no son comunes en otras regiones del país.	2 puntos
	El LIG es espectacular en el lugar, pero común en todo el país	1 punto
Condiciones de observación (x5)	Todos los elementos geológicos se observan en buenas condiciones.	4 puntos
	Hay algunos obstáculos que dificultan la observación de algunos elementos geológicos	3 puntos
	Hay elementos obstáculos que dificultan la observación de los principales elementos geológicos.	2 puntos
	Hay obstáculos que casi hacen imposible la observación de los principales elementos geológicos.	1 punto
Potencial interpretativo (x10)	El LIG presenta elementos geológicos de una manera muy clara y expresiva para todo tipo de públicos	4 puntos
	El público tiene que tener algunos conocimientos geológicos previos para entender los elementos geológicos	3 puntos

	El público necesita tener conocimientos geológicos sólidos para entender los elementos geológicos	2 puntos
	El LIG presenta elementos geológicos solo comprensibles para expertos en geología	1 punto
Nivel económico (x5)	El LIG está ubicado en un municipio con un ingreso familiar por lo menos del doble de la media nacional	4 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con un ingreso familiar más alto que el promedio del nacional.	3 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con un ingreso familiar de media nacional.	2 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con un ingreso familiar inferior a la media nacional.	1 punto
Proximidad a zonas recreativas (x5)	Ubicado a menos de 5 km de una zona de recreo o atractivo turístico.	4 puntos
	Ubicado a menos de 10 km de una zona de recreo o atractivo turístico.	3 puntos
	Ubicado a menos de 15 km de una zona de recreo o atractivo turístico	2 puntos
	Ubicado a menos de 20 km de una zona de recreo o atractivo turístico.	1 punto

Tabla 31. Evaluación cuantitativa del valor turístico según Brilha (2015)

En las Tablas que siguen (Tablas 32 a 46) se presentan los resultados de aplicar dicho procedimiento a los LIGs en cuestión. Para cada uno de los LIGs considerados se ha calculado su valor científico, didáctico y turístico.

1- Manantial de la Fuenmayor

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	30	1	30
	Localidad clave	20	1	20
	Conocimiento científico	5	2	10
	Integridad	15	4	60
	Diversidad geológica	5	1	5
	Rareza	15	2	30
	Limitaciones de uso	10	2	20
	TOTAL			175

Tabla 32. Resultados de la aplicación de la valoración de uso científico según Brilha (2015) al LIG Manantial de la Fuenmayor

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	3	30
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	3	30
	Logística	5	4	20
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	0	0
	Paisajismo	5	2	10
	Singularidad	5	1	5
	Condiciones de observación	10	4	40
	Potencial didáctico	20	3	60
	Diversidad geológica	10	1	10
	TOTAL			265

Tabla 33. Resultados de la aplicación de la valoración de uso didáctico según Brilha (2015) al LIG Manantial de la Fuenmayor

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	3	30
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	3	30
	Logística	5	4	20
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	0	0
	Paisajismo	15	2	30
	Singularidad	10	1	10
	Condiciones de observación	5	4	20
	Potencial interpretativo	10	4	40
	Nivel económico	5	1	5
	Proximidad a áreas recreativas	5	4	20
	TOTAL			265

Tabla 34. Resultados de la aplicación de la valoración de uso turístico según Brilha (2015) al LIG Manantial de la Fuenmayor

2- Manantial de Mata-Bejid

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	30	1	30
	Localidad clave	20	1	20
	Conocimiento científico	5	2	10
	Integridad	15	4	60
	Diversidad geológica	5	1	5
	Rareza	15	2	30
	Limitaciones de uso	10	2	20
	TOTAL			175

Tabla 35. Resultados de la aplicación de la valoración de uso científico según Brilha (2015) al LIG Manantial de Mata-Bejid

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	3	30
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	3	30
	Logística	5	3	15
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	0	0
	Paisajismo	5	2	10
	Singularidad	5	1	5
	Condiciones de observación	10	4	40
	Potencial didáctico	20	3	60
	Diversidad geológica	10	1	10
	TOTAL			260

Tabla 36. Resultados de la aplicación de la valoración de uso didáctico según Brilha (2015) al LIG Manantial de Mata-Bejid

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	3	30
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	3	30
	Logística	5	3	15
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	0	0
	Paisajismo	15	2	30
	Singularidad	10	1	10
	Condiciones de observación	5	4	20
	Potencial interpretativo	10	4	40
	Nivel económico	5	1	5
	Proximidad a áreas recreativas	5	4	20
	TOTAL			260

Tabla 37. Resultados de la aplicación de la valoración de uso turístico según Brilha (2015) al LIG Manantial de Mata-Bejíd

3- Karst de Sierra Mágina

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	30	4	120
	Localidad clave	20	1	20
	Conocimiento científico	5	2	10
	Integridad	15	4	60
	Diversidad geológica	5	2	10
	Rareza	15	4	60
	Limitaciones de uso	10	2	20
	TOTAL			300

Tabla 38. Resultados de la aplicación de la valoración de uso científico según Brilha (2015) al LIG Karst de Sierra Mágina

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	0	0
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	2	20
	Logística	5	2	10
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	0	0
	Paisajismo	5	3	15
	Singularidad	5	1	5
	Condiciones de observación	10	4	40
	Potencial didáctico	20	2	40
	Diversidad geológica	10	3	30
	TOTAL			220

Tabla 39. Resultados de la aplicación de la valoración de uso didáctico según Brilha (2015) al LIG Karst de Sierra Mágina

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	0	0
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	2	20
	Logística	5	2	10
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	0	0
	Paisajismo	15	3	45
	Singularidad	10	1	10
	Condiciones de observación	5	4	20
	Potencial interpretativo	10	3	30
	Nivel económico	5	1	5
	Proximidad a áreas recreativas	5	1	5
	TOTAL			205

Tabla 40. Resultados de la aplicación de la valoración de uso turístico según Brilha (2015) al LIG Karst de Sierra Mágina

4- Serie Jurásica del río Cuadros

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	30	4	120
	Localidad clave	20	2	40
	Conocimiento científico	5	4	20
	Integridad	15	4	60
	Diversidad geológica	5	4	20
	Rareza	15	4	60
	Limitaciones de uso	10	2	20
	TOTAL			340

Tabla 41. Resultados de la aplicación de la valoración de uso científico según Brilha (2015) al LIG Serie Jurásica del río Cuadros

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	3	30
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	2	20
	Logística	5	4	20
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	4	20
	Paisajismo	5	2	10
	Singularidad	5	3	15
	Condiciones de observación	10	4	40
	Potencial didáctico	20	2	40
	Diversidad geológica	10	4	40
	TOTAL			295

Tabla 42. Resultados de la aplicación de la valoración de uso didáctico según Brilha (2015) al LIG Serie Jurásica del río Cuadros

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	3	30
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	2	20
	Logística	5	4	20
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	4	20
	Paisajismo	15	2	30
	Singularidad	10	3	30
	Condiciones de observación	5	4	20
	Potencial interpretativo	10	3	30
	Nivel económico	5	1	5
	Proximidad a áreas recreativas	5	1	5
	TOTAL			270

Tabla 43. Resultados de la aplicación de la valoración de uso turístico según Brilha (2015) al LIG Serie Jurásica del río Cuadros

5- Manantial el Gargantón

Valor Científico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Representatividad	30	1	30
	Localidad clave	20	1	20
	Conocimiento científico	5	2	10
	Integridad	15	4	60
	Diversidad geológica	5	2	10
	Rareza	15	4	60
	Limitaciones de uso	10	2	20
	TOTAL			210

Tabla 44. Resultados de la aplicación de la valoración de uso científico según Brilha (2015) al LIG Manantial el Gargantón

Valor Didáctico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	0	0
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	1	10
	Logística	5	3	15
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	0	0
	Paisajismo	5	2	10
	Singularidad	5	3	15
	Condiciones de observación	10	4	40
	Potencial didáctico	20	1	20
	Diversidad geológica	10	3	30
	TOTAL			200

Tabla 45. Resultados de la aplicación de la valoración de uso didáctico según Brilha (2015) al LIG Manantial el Gargantón

Valor Turístico	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Vulnerabilidad	10	4	40
	Accesibilidad	10	0	0
	Limitaciones de uso	5	4	20
	Seguridad	10	1	10
	Logística	5	3	15
	Densidad de población	5	0	0
	Asociación con otros valores	5	0	0
	Paisajismo	15	2	30
	Singularidad	10	3	30
	Condiciones de observación	5	4	20
	Potencial interpretativo	10	3	30
	Nivel económico	5	1	5
	Proximidad a áreas recreativas	5	4	20
	TOTAL			220

Tabla 46. Resultados de la aplicación de la valoración de uso turístico según Brilha (2015) al LIG Manantial el Gargantón

En la Tabla 47 se resumen los resultados obtenidos para cada uno de los valores considerados en la evaluación de los LIGs del PN de Sierra Mágina, valor científico, didáctico y turístico.

VALOR	Manantial de Fuenmayor	Manantial de Mata Bejid	Karst de Sierra Mágina	Serie Jurásica del río Cuadros	Manantial del Gargantón
Científico	175	175	300	340	210
Didáctico	265	260	220	295	200
Turístico	265	260	205	270	220

Tabla 47. Recopilación de los resultados obtenidos en la cuantificación de los diferentes valores considerados en cada uno de los LIGs del PN de Sierra Mágina conforme a la metodología de Brilha (2015)

Dado que para cada uno de esos valores el resultado numérico máximo que puede obtenerse es de 400, se propone una equivalencia entre estos datos numéricos y un valor cualitativo, semejante al que Brilha (2015) propone para el riesgo de degradación (Tabla 48). Según el valor numérico obtenido en cada tipo de uso y el rango numérico al cual pertenece el valor, se atribuye a un LIG un valor cualitativo bajo, moderado o alto.

Valor numérico	Valor cualitativo
< 200	Bajo
201 - 300	Moderado
301 – 400	Alto

Tabla 48. Equivalencia propuesta entre los resultados cuantitativos y valor cualitativo según Brilha (2015)

Aplicando las equivalencias presentadas en la Tabla 48 a los datos de la Tabla 47, se obtienen los resultados de la Tabla 49. Se detecta que el LIG con mayor valor científico (valor alto) es la Serie Jurásica del río Cuadros, seguido por el Karst de Sierra Mágina (límite superior del valor moderado). El LIG del Manantial del Gargantón presenta un valor científico moderado claro, mientras que los manantiales de la Fuenmayor y el de Mata Bejid presentan valores científicos bajos.

En cuanto al valor didáctico, todos los LIGs han resultado ser de valor moderado, menos el Manantial del Gargantón que presenta una puntuación en el límite superior del valor bajo. Destaca la Serie Jurásica del río Cuadros con una evaluación moderada, próxima al valor alto.

De igual manera, todos los LIGs han resultado tener evaluaciones moderadas en cuanto al valor turístico, siendo, de nuevo, la Serie Jurásica del río Cuadros la que ha proporcionado un dato numérico mayor, más próximo al valor alto.

VALOR	Manantial de Fuenmayor	Manantial de Mata Bejid	Karst de Sierra Mágina	Serie Jurásica del río Cuadros	Manantial del Gargantón
Científico	bajo	bajo	moderado	alto	moderado
Didáctico	moderado	moderado	moderado	moderado	bajo
Turístico	moderado	moderado	moderado	moderado	moderado

Tabla 49. Valoración cualitativa de los LIGs según el procedimiento de Brilha (2015) en los valores científico, didáctico y turístico

IV.3 Valoración del riesgo de degradación según la metodología de Brilha (2015)

Además de los tres tipos de uso considerados, el método de valoración de Brilha (2015) considera el valor del riesgo de degradación de los elementos del Patrimonio Geológico, evaluado de la misma forma que los otros valores. En la Tabla 50 se presenta los criterios y pesos de la valoración del riesgo de degradación.

Valor	Criterio (x Peso)
Riesgo de Degradación	Deterioro de los elementos geológicos (x35)
	Proximidad a áreas/actividades con alto potencial de degradación (x20)
	Protección jurídica (x20)
	Accesibilidad (x15)
	Densidad de población (x10)

Tabla 50 Criterios y pesos del valor del riesgo de degradación de los elementos del PG según el procedimiento de Brilha (2015)

Igual que en el método descrito en el apartado IV.2, cada criterio está caracterizado por una serie de indicadores a los que otorga una puntuación que se presenta en la Tabla 51.

Criterio (x Peso)	Definición Criterio	Puntuación
Deterioro de elementos geológicos (x35)	Posibilidad de deterioro de todos los elementos geológicos	4 puntos
	Posibilidad de deterioro de los principales elementos geológicos.	3 puntos
	Posibilidad de deterioro de los elementos geológicos secundarios.	2 puntos
	Posibilidad menor de deterioro de los elementos geológicos secundarios.	1 punto
Proximidad a áreas con actividades potenciales de causar degradación (x20)	El LIG está ubicado a menos de 50 m de un área/actividad que puede generar degradación.	4 puntos
	El LIG está situado a menos de 200 m de un área/actividad que puede generar degradación.	3 puntos
	El LIG está ubicado a menos de 500 m de un área/actividad que puede generar degradación.	2 puntos
	El LIG está situado a menos de 1km de un área/actividad que puede generar degradación.	1 punto
Protección legal (x20)	Situado en una zona sin protección legal y sin control de acceso.	4 puntos
	Ubicado en una zona sin protección legal, pero con el control del acceso.	3 puntos
	Ubicado en una zona con protección legal, pero sin control de acceso.	2 puntos
	Ubicado en una zona de protección legal y con control de acceso.	1 punto
Accesibilidad (x15)	El LIG está ubicado a menos de 100 metros de una carretera asfaltada y con aparcamiento para autobuses.	4 puntos
	El LIG está ubicado a menos de 500 metros de una carretera asfaltada.	3 puntos
	El LIG es accesible por autobús, pero a través de un camino de piedras.	2 puntos
	El LIG está sin acceso directo por carretera, pero a menos de 1 km de una carretera de acceso en autobús.	1 punto
Densidad de población (x10)	El LIG está ubicado en un municipio con más de 100 habitantes/ km ²	3 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con 100 a 250 habitantes/ km ²	2 puntos
	El LIG está ubicado en un municipio con menos de 100 habitantes/ km ²	1 punto

Tabla 51. Evaluación cuantitativa del valor riesgo de degradación según Brilha (2015)

A continuación, se muestran los valores de riesgo de degradación para cada uno de los LIGs del PN de Sierra Mágina según esta metodología (Tablas 52 a 56).

1- Manantial de Fuenmayor

Valor Riesgo de degradación	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Deterioro de elementos geológicos	35	1	35
	Proximidad a áreas con alto nivel de degradación	20	0	0
	Protección jurídica	20	2	40
	Accesibilidad	15	3	45
	Densidad de población	10	0	0
	TOTAL			120

Tabla 52. Resultados de la aplicación de la valoración de uso riesgo de degradación según Brilha (2015) al LIG Manantial de Fuenmayor

2- Manantial de Mata Bejid

Valor Riesgo de degradación	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Deterioro de elementos geológicos	35	1	35
	Proximidad a áreas con alto nivel de degradación	20	0	0
	Protección jurídica	20	2	40
	Accesibilidad	15	3	45
	Densidad de población	10	0	0
	TOTAL			120

Tabla 53. Resultados de la aplicación de la valoración de uso riesgo de degradación según Brilha (2015) al LIG Manantial de Mata-Bejid

3- Karst de Sierra Mágina

Valor Riesgo de degradación	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Deterioro de elementos geológicos	35	1	35
	Proximidad a áreas con alto nivel de degradación	20	0	0
	Protección jurídica	20	2	40
	Accesibilidad	15	0	0
	Densidad de población	10	0	0
	TOTAL			75

Tabla 54. Resultados de la aplicación de la valoración de uso riesgo de degradación según Brilha (2015) al LIG Karst de Sierra Mágina

4- Serie jurásica del río Cuadros

Valor Riesgo de degradación	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Deterioro de elementos geológicos	35	1	35
	Proximidad a áreas con alto nivel de degradación	20	0	0
	Protección jurídica	20	2	40
	Accesibilidad	15	3	45
	Densidad de población	10	0	0
	TOTAL			120

Tabla 55. Resultados de la aplicación de la valoración de uso riesgo de degradación según Brilha (2015) al LIG Serie Jurásica del río Cuadros

5- Manantial del Gargantón

Riesgo de degradación	Criterio	Peso del valor	Puntuación del criterio	Peso x puntuación
	Deterioro de elementos geológicos	35	1	35
	Proximidad a áreas con alto nivel de degradación	20	0	0
	Protección jurídica	20	2	40
	Accesibilidad	15	0	0
	Densidad de población	10	0	0
	TOTAL			75

Tabla 56. Resultados de la aplicación de la valoración de uso riesgo de degradación según Brilha (2015) al LIG Manantial el Gargantón

En la Tabla 57, se recoge los valores de riesgo de degradación obtenidos para cada LIG.

VALOR	Manantial de Fuenmayor	Manantial de Mata Bejid	Karst de Sierra Mágina	Serie Jurásica del río Cuadros	Manantial del Gargantón
Riesgo de degradación	120	120	75	120	75

Tabla 57. Recopilación de los resultados de la valoración cuantitativa del riesgo de degradación de los LIGs del PN de Sierra Mágina conforme al procedimiento de Brilha (2015)

Conforme al procedimiento de Brilha y a la Tabla 48 en la que se establece la equivalencia entre los valores numéricos obtenidos y los valores cualitativos equivalentes, se ha realizado la valoración cualitativa del riesgo de degradación de los LIGs. Los resultados están presentados en la Tabla 58.

VALOR	Manantial de Fuenmayor	Manantial de Mata Bejid	Karst de Sierra Mágina	Serie Jurásica del río Cuadros	Manantial del Gargantón
Riesgo de degradación	bajo	bajo	bajo	bajo	bajo

Tabla 58. Valoración cualitativa de los LIGs según el procedimiento de Brilha (2015)

El riesgo de degradación en todos los LIGs ha resultado ser bajo. Debe destacarse que tanto el Karst de Sierra Mágina como el Manantial del Gargantón han dado los datos numéricos más pequeños para este criterio de valoración. Este resultado puede traducirse en que no son necesarias medidas de geoconservación específicas, bastando las establecidas para el ENP en el que se encuentran los LIGs estudiados.

V. ESTRATEGÍA DE GESTIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL PARQUE NATURAL DE SIERRA MÁGINA

V. 1 Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN)

En el PORN se han considerado las características geológicas regionales, plasmadas, de una forma muy sucinta, en los apartados de Encuadre Geológico (apartado 2.2.2 del Decreto 57/2004, BOJA nº 71 de 13 de abril de 2004) y Geomorfología (apartado 2.2.3 del mismo Decreto). También se han considerado las características edafológicas del PN, recogidas en el apartado 2.2.4. Igualmente han sido revisados otros componentes del medio físico como la climatología, la hidrología superficial y la hidrogeología. No obstante, llama la atención la ausencia de referencia alguna al patrimonio geológico, que sí se considera en el punto 8 del apartado 4.1.1 que se refiere a la conservación de los recursos naturales.

Por el contrario, los aspectos bióticos del medio natural son ampliamente analizados. La flora del PN es uno de los recursos naturales más importantes tanto a nivel nacional como internacional. Esta diversidad florística está condicionada por la gran variedad de ambientes y procesos ambientales que se dan en el territorio. Los rasgos geológicos son esenciales para entender esta diversidad pues las diferentes litologías y estructuras

geológicas condicionan los tipos de suelos que se desarrollan. Estos son los sustratos sobre los que se asientan y toman nutrientes para su crecimiento las especies vegetales. La diversidad faunística está condicionada también por la vegetación, por lo que los rasgos geológicos son condicionantes de la fauna del PN. Es evidente que el PORN está diseñado en torno a la consideración de los elementos bióticos.

Un aspecto interesante del PORN es el análisis de la situación socio-económica del PN y de las poblaciones adyacentes. La densidad de población en la región considerada es baja, concentrándose en los núcleos de población adyacentes al PN. Desde 1950, la población ha sufrido un descenso progresivo hasta la última década en la que parece que se ha estabilizado (Decreto 57/2004, apartado 2.3.2). En los meses de verano se produce un incremento de la población, descendiendo el resto del año. Desde el punto de vista de la economía, la región vive de la agricultura y ganadería, que suelen proporcionar la materia prima para actividades industriales como la producción de aceite de oliva y su envasado, industria conservera, cárnica, textil, del mueble y la madera.

V.2 Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG) del PN de Sierra Mágina

En el PRUG se han considerado algunos aspectos relacionados con características geológicas, en el apartado de Criterios de Gestión para la Conservación de los Recursos Naturales y Culturales (apartado 3.1. del Decreto 57/2004, BOJA nº 71 de 13 de abril de 2004) y Criterios de Gestión para la Regulación de los Aprovechamientos (apartado 3.2. del mismo Decreto anterior), pero de forma muy sucinta. En cambio, en los objetivos de este documento llama la atención la ausencia de referencias al patrimonio geológico, que sí se considera en el 3. f) del apartado 3.4, que se refiere a la investigación del estado de conservación de las cavidades kársticas y de las áreas de interés geológico del PN para su conservación y puesta en valor.

Un aspecto especialmente importante del PRUG es el uso público, educación ambiental y sensibilización hacia los visitantes. Se fomenta el conocimiento de los valores y recursos naturales y culturales del PN, también se estimula mediante jornadas y cursos la

concienciación de los visitantes respecto a la necesidad de conservación del espacio natural.

VI. DISCUSIÓN

Las Tablas 59 y 60 presentan la valoración cualitativa de los LIGs del PN de Sierra Mágina atendiendo a los valores evaluados en el apartado IV.1 (procedimiento de Villalobos *et al.*, 2004) y en el apartado IV.2 (metodología de Brilha, 2015).

	Alto	Moderado	Bajo
Valor científico	-Serie jurásica del río Cuadros	-Karst de Sierra Mágina	-Manantial de Fuenmayor -Manantial de Mata Bejid -Manantial del Gargantón
Valor didáctico	-Serie jurásica del río Cuadros -Manantial de Fuenmayor -Manantial de Mata Bejid	-Manantial del Gargantón -Karst de Sierra Mágina	
Valor turístico	-Serie jurásica del río Cuadros -Manantial de Mata Bejid -Manantial de Fuenmayor	-Manantial del Gargantón -Karst de Sierra Mágina	

Tabla 59. Clasificación de los LIGs atendiendo a la evaluación cualitativa de cada uno de los valores considerados. Esta Tabla se fundamenta en la Tabla 25, apartado IV.1

	Alto	Moderado	Bajo
Valor científico	-Serie jurásica del río Cuadros	-Karst de Sierra Mágina -Manantial del Gargantón	-Manantial de Fuenmayor -Manantial de Mata Bejid
Valor didáctico		-Serie jurásica del río Cuadros -Manantial de Fuenmayor -Manantial de Mata Bejid -Karst de Sierra Mágina	-Manantial del Gargantón
Valor turístico		-Serie jurásica del río Cuadros -Manantial de Mata Bejid -Manantial de Fuenmayor -Manantial del Gargantón -Karst de Sierra Mágina	
Riesgo de degradación			-Serie jurásica del río Cuadros -Manantial de Mata Bejid -Manantial de Fuenmayor -Manantial del Gargantón -Karst de Sierra Mágina

Tabla 60. Clasificación de los LIGs atendiendo a la evaluación cualitativa de cada uno de los valores considerados y de su riesgo de degradación. Esta Tabla se fundamenta en las Tablas 49 y 58, respectivamente en los apartados IV.2 y IV.3

Por otro lado, en la Tabla 61 se recopilan los resultados de la valoración cualitativa obtenidas según ambos métodos.

METODO	VALOR	Manantial de Fuenmayor	Manantial de Mata Bejid	Karst de Sierra Mágina	Serie Jurásica del río Cuadros	Manantial del Gargantón
BRILHA	Científico	bajo	bajo	moderado	alto	moderado
	Didáctico	moderado	moderado	moderado	moderado	bajo
	Turístico	moderado	moderado	moderado	moderado	moderado
	Riesgo de degradación	bajo	bajo	bajo	bajo	bajo
VILLALOBOS	Científico	bajo	bajo	moderado	alto	bajo
	Didáctico	alto	alto	moderado	alto	moderado
	Turístico	alto	alto	moderado	alto	moderado

Tabla 61. Valoración cualitativa de los LIGs según los procedimientos de Villalobos *et al.* (2004) y Brilha (2015)

Llama la atención que tan solo el LIG correspondiente a la Serie Jurásica del río Cuadros ha obtenido, en los dos métodos, una valoración alta desde el punto de vista del valor científico. Esto permite afirmar que se trata de un LIG que puede calificarse como patrimonio geológico en el sentido en el que lo define Brilha (2015); es decir, se trata de un *geosite* cuya importancia radica en su valor ínterinseco, equiparable al valor científico. Este puede deberse tanto a su facilidad de acceso como a que en él confluyen caracteres tectónicos, estratigráficos, petrológicos y paleontológicos que han llamado la atención de numerosos investigadores (por ejemplo, García-Rosell, 1973; Ruiz-Ortiz, 1980; de Gea, 2004; García-García *et al.*, 2011; entre otros). En cuanto a los valores didáctico y turístico, ninguno de los LIGs ha obtenido una evaluación alta siguiendo el método de Brilha (2015), mientras que los manantiales de Fuenmayor y de Mata Bejid así como la Serie Jurásica del río Cuadros han obtenido valores alto según el método de Villalobos *e al.* (2004). Este puede deberse tanto a que el procedimiento de estos autores da mucho peso a la proximidad del sitio considerado con otros recursos ecoculturales, que son abundantes en el PN de Sierra Mágina, como a que el mismo procedimiento no considera la singularidad del sitio, ni la espectacularidad. El manantial del Gargantón se diferencia en que presenta un valor didáctico bajo y un valor turístico alto siguiendo el método de Brilha (2015) mientras el método de Villalobos *et al.* (2004) le asigna una evaluación moderada en ambos tipos de uso. Por último, el Karst de Sierra Mágina se destaca por tener una evaluación moderada en los dos métodos utilizados y en los tres tipos de valores considerados. Esto puede ser consecuencia del aislamiento y las dificultades de acceso

del LIG, lo que podría favorecer por un lado un bajo conocimiento científico y por otro un uso complejo desde la perspectiva didáctica y turística.

Esto da idea del uso potencial de estos elementos del patrimonio geológico y de que puede incrementarse su atractivo turístico estableciendo un plan de gestión adecuado a cada uno de los LIGs. Por ejemplo, diseñando rutas geoturísticas, posicionando adecuadamente indicadores de la ubicación de los LIGs, diseñando paneles o cualquier otro tipo de soporte, explicativo para cada uno de los LIGs. Diseñando rutas de patrimonio natural en las que se integren la visualización de elementos biológicos y geológicos y se dé explicación de la relación de dependencia que hay entre ellos. Siguiendo la terminología de Brilha (2015), todos los LIGs considerados, exceptuando el correspondiente a la Serie Jurásica del río Cuadros, pueden definirse como Lugares de Interés de Geodiversidad (LGd), es decir, se trata de elementos geológicos que son interesantes por la utilidad que se pueda hacer de ellos, no por sus propiedades intrínsecas. No obstante, la atribución de un LIG al PG o definirlo como LGd puede variar en tanto que se incremente el conocimiento sobre las características geológicas del mismo.

Por último, el resultado de la valoración del riesgo de degradación ha mostrado que se trata de LIGs con un valor bajo de este parámetro. Esto puede ser debido, primeramente al hecho de que el entorno socioeconómico de la región en la que se inserta el PN presenta niveles de población decrecientes y actividad económica baja, fundamentada en la agricultura o en los recursos forestales. Además, deben de considerarse diversos factores como el tamaño de los LIGs, en el caso de la Serie Jurásica del río Cuadros o el Karst de Sierra Mágina, la dificultad de acceso (Manantial del Gargantón y Karst de Sierra Mágina) o bien la posición de los LIGs en áreas de fácil accesibilidad, pero insertadas en terrenos de uso claramente forestal, alejados de posibles influencias de actividades agrícolas (Manantial de Mata Bejid y de Fuenmayor). No obstante, en estos dos manantiales, el riesgo de degradación puede adquirir valores mayores en función de la posibilidad de contaminación de las aguas que por ellos salen, que dependerá en una parte del número de turistas que visiten el Parque Natural. Es por ello por lo que debe reforzarse el control de acceso a las partes más internas del PN, pues al tratarse de acuíferos de carácter kárstico hay un riesgo potencial de contaminación de aguas por vertidos en puntos de acceso al endokarst.

VII. CONCLUSIONES

El patrimonio geológico es un recurso no renovable del que debe de hacerse un uso sostenible y una gestión adecuada. En la definición y gestión de ENPs éste debería de ser considerado ya que por un lado, facilitaría la delimitación del ENP y, por otro, permitiría regular sosteniblemente las actividades a realizar en el mismo. Para alcanzar estos objetivos, un paso previo sería la ejecución de un inventario de LIGs y una valoración de los mismos, encaminada a establecer tipos de usos sostenibles y su potencial riesgo de degradación. Para llevar a efecto estas actividades, deben de ser recogidas tanto en el PORN como en el PRUG del ENP, de acuerdo con lo indicado en Ley 42/2007, del 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y Biodiversidad. Con el fin de comprobar el efecto del PG en la gestión de un ENP, se ha considerado el PN de Sierra Mágina y los LIGs definidos en la Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad.

La posición geográfica del Parque Natural de Sierra Mágina, su proximidad con ciudades atractivas y las condiciones climáticas que lo caracterizan son rasgos favorables para una buena difusión del conocimiento de los valores geológicos del Parque Natural y de su potencialidad de uso. En el Parque Natural se definieron cinco LIGs (Manantial de Fuenmayor, Manantial de Mata Bejid, Manantial del Gargantón, Karst de Sierra Mágina y Serie Jurásica del río Cuadros). No obstante, ni en el PORN ni en el PRUG se considera de manera directa la utilidad del patrimonio geológico y de los cinco LIGs definidos como elementos naturales a tener en cuenta en la gestión del ENP y en la catalogación de las actividades permitidas.

Por otro lado, se ha hecho una valoración de los cinco LIGs, atendiendo a la metodología propuesta por Villalobos *et al.* (2004) y Brilha (2015). La primera de estas metodologías fue la utilizada en el desarrollo de la base de datos de Georrecursos culturales de Andalucía (<http://www.juntadeandalucia.es/temas/medio-ambiente/recursos/geodiversidad.html>); se ha comparado con una metodología más moderna, que elimina gran parte de la subjetividad de la valoración definiendo mayor número de criterios para cada uno de los valores considerados (científico, didáctico y turístico), así como incrementando los indicadores correspondientes a cada criterio. Con ellas se bareman el valor científico, didáctico, turístico; además, con la metodología de Brilha (2015) se evalúa también el riesgo de degradación de cada uno de los LIGs. Por otro lado, el método de Brilha (2015) permite hacer un análisis detallado del valor

intrínseco del elemento geológico, de forma que favorece la puesta en valor del elemento en función de sus propiedades innatas.

No obstante, ambos métodos han permitido reconocer un LIG con claro valor científico, mientras que los cuatro restantes han resultado tener valor en función del uso que de ellos se pueda hacer (didáctico y/o turístico), lo que permite establecer estrategias de difusión y divulgación no sólo de ellos, sino de los rasgos geológicos del PN. Así, el LIG Serie Jurásica del río Cuadros tiene un valor científico elevado, el resto de LIGs ha aportado valoraciones medias o bajas. En cuanto al valor didáctico y turístico, el manantial del Gargantón es el único que haya obtenido un valor didáctico bajo siguiendo el método de Brilha (2015), mientras todos los otros LIGs han obtenido valores didáctico y turístico moderados y el método de Villalobos *et al.* (2004) señala valores altos en esos criterios de los LIGs del manantial de la Fuenmayor, del manantial de Mata Bejid y de la Serie Jurásica del río Cuadros.

Por último, el riesgo de degradación, determinado siguiendo la metodología de Brilha (2015) ha resultado ser bajo para todos los LIGs. Esto podría ser una consecuencia del tamaño de los LIGs, lo que los hace difícilmente degradables, así como de las dificultades de acceso a algunos de ellos. No debe de olvidarse también factores de tipo socioeconómico, como la baja o decreciente densidad de población y la actividad económica fundamentada en la agricultura y en las actividades forestales.

VIII. REFERENCIAS

- Acuerdo de 27 de septiembre de 2011, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba la formulación del II Plan de Desarrollo Sostenible del Parque Natural Sierra Mágina y su área de influencia socioeconómica (BOJA nº199, de 10/10/2011)
- Álvaro, M., Hernández-Samaniego, A. y Soler, M. (1991): *Mapa y memoria explicativa de la hoja 948 (Torres) Mapa geológico nacional a escala 1:50.000*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. 71 p.
- Brilha, J. (2015): Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8: 119-134.
- Carcavilla, L., López-Martínez, J. y Durán-Valsero, J.J. (2007): *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. IGME, Madrid. 360 p.
- Cendrero, A. (1996): Propuesta sobre criterios para la clasificación y catalogación del patrimonio geológico. En: *El patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. MOPTMA, 29-38.
- Centro de descarga del Instituto Geográfico Nacional. Página Web: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> ., *Mapa topográfico a escala 1: 50 000 de la hoja 947 (Jaén), Mapa topográfico de la hoja 948 (Torres)*
- Consejería de Medio Ambiente (2011): *Estrategia Andaluza de Gestión Integrada de la Geodiversidad*. Consejería de Medio Ambiente. 187 p.
- De Gea, G.A. (2004): *Bioestratigrafía y eventos del Cretácico Inferior en las Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Tesis doctoral, Univ. Jaén. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén. 658 p.
- Decreto 57/2004, de 17 de febrero, por el que se Aprueban el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales y el Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural Sierra Mágina. (BOJA nº:71, de 13/04/2004).
- Delegación de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de Jaén. Junta de Andalucía (2003). Página Web: <http://www.juntadeandalucia.es/index.html>
- García-García, F., de Gea, G.A. y Ruiz-Ortiz, P.A. (2011): Detached forced-regressive shoreface wedges at the Southern Iberian continental palaeomargin (Early Cretaceous, Betic Cordillera, S Spain). *Sedimentary Geology*, 236: 197-210.

- García-Rosell, L. (1973): *Estudio geológico de la transversal Úbeda-Huelma y sectores adyacentes. Cordilleras Béticas (provincia de Jaén)*. Tesis doctoral, Univ. Granada. 550 p (inédita).
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y Biodiversidad, BOE nº: 299, 14/12/2007.
- Ley 45/2007, de 13 de diciembre, para el Desarrollo Sostenible del Medio Rural. BOE nº: 299, 14/12/2007.
- Manantiales y Fuentes de Andalucía (2007). Página web:
<http://www.conocetusfuentes.com/home.php>
- Martín Montañés, C., Rubio Campos, J.C. y Hueso Quesada, L.M. (2010):
Actualización el atlas hidrológico de la provincia de Jaén. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 46-47 y 56-58 p.
- Rubio Campos, J.C., González Ramón, A., López-Geta, J.A. (2007): *El agua subterránea en el Parque Natural de Sierra Mágina (Jaén)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 17-26 p.
- Ruiz-Ortiz, P.A. (1980): *Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias. (Entre Castril, prov. de Granada y Jaén)*. Tesis doctoral, Univ. Granada. 274 p.
- Vera, J.A. (2004): Zonas Externas Béticas. En: Geología de España (J.A Vera ed.). SGE-IGME, pp 354-389.
- Vera, J.A. (editor) (2004): *Geología de España*. SGE -IGME, Madrid, 890 p.
- Villalobos, M., Braga, J.C., Guirado, J., Pérez, A.B. 2004, El inventario Andaluz de georrecursos culturales: criterios de valoración, De Re Metallica, núm 3, 2004, 9-21